

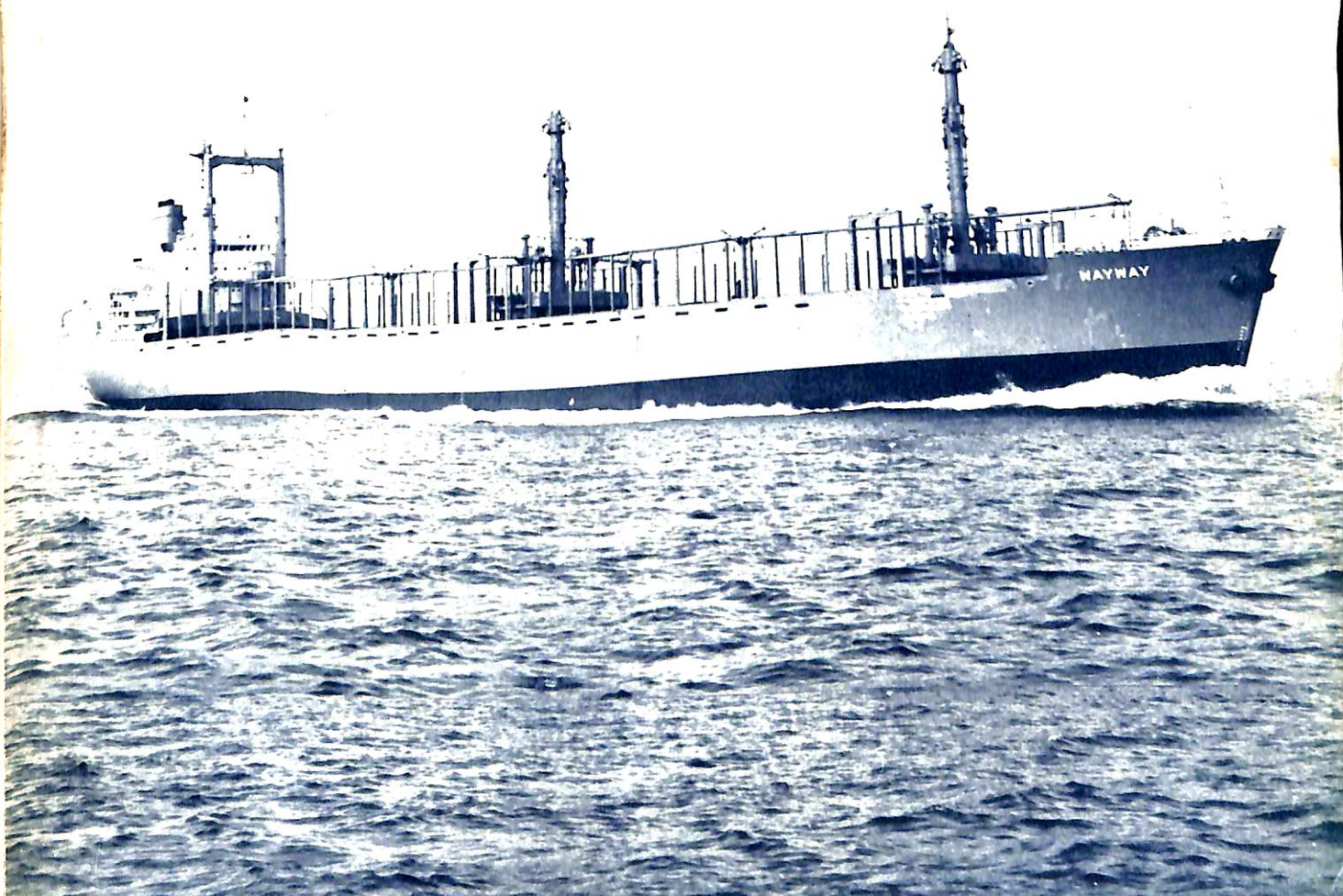
船の科学 1

1969

創刊20周年記念特集号

VOL. 22 NO. 1

昭和44年1月5日印刷 昭和44年1月10日発行 第22巻 第1号 (毎月1回10日発行)
昭和23年12月3日 第3種郵便物認可 昭和24年5月21日 日本国登録簿特別承認雑誌 第1157号

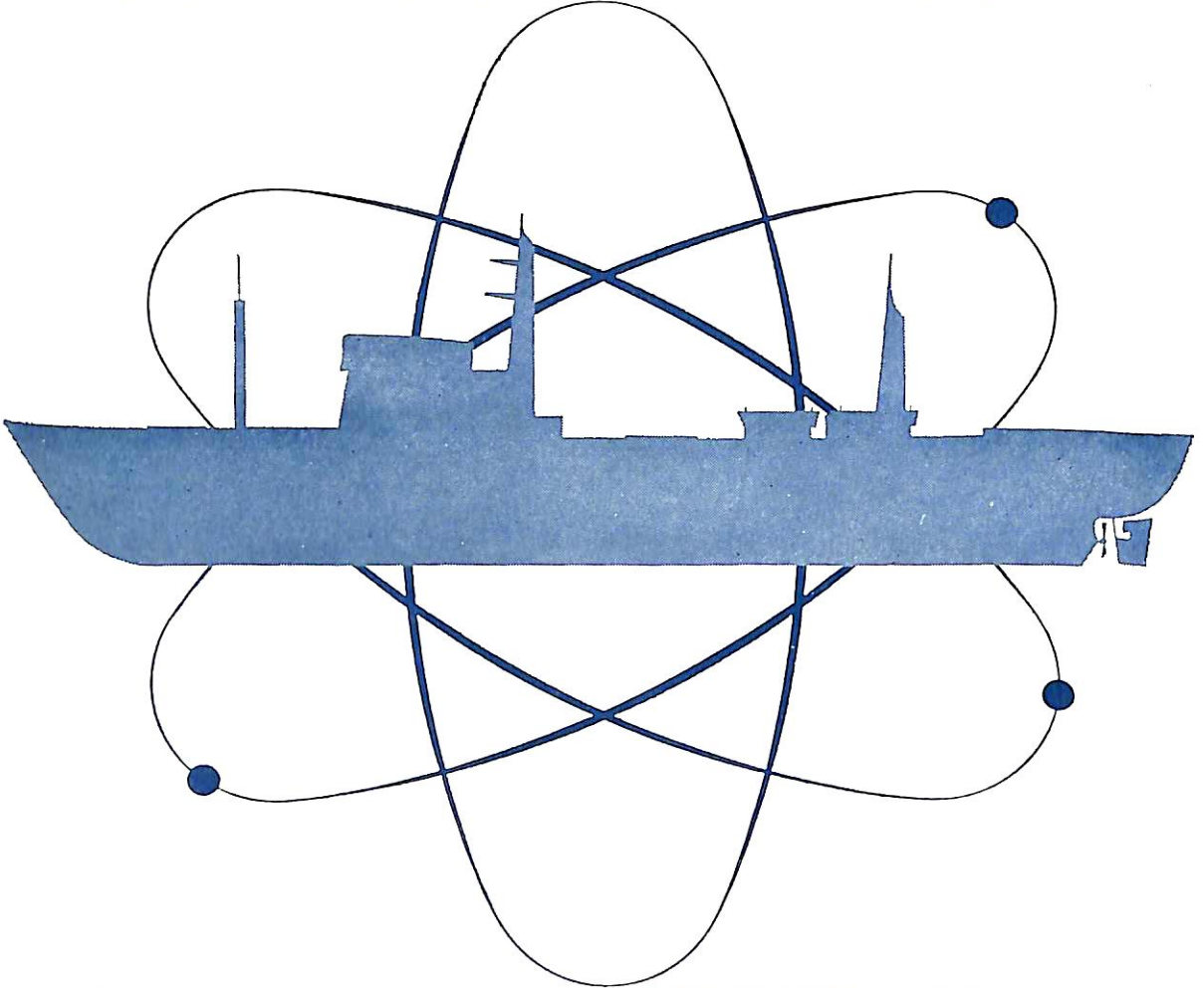


日立造船株式会社

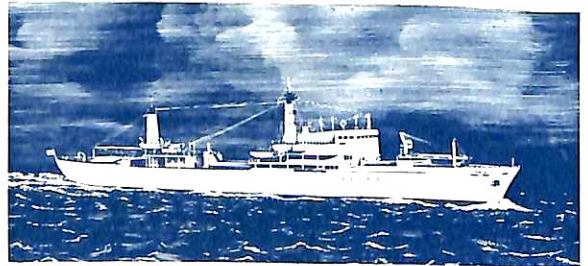
リベリア・ウインザー社向け木材兼撒積船
WAYWAY (23,591 DWT)
日立B&Wディーゼル 8,400PS 16,935kn
日立造船・因島工場建造

陸に 海に 空に 技術のIHI

日本初の原子力船を建造中です



東京丸、出光丸、ユニバース・アイルランドと相次いで世界最大船を建造。さらに昭和46年には37万トンタンカーも建造——造船界をリードするIHI。昭和43年11月27日にはわが国初の原子力船を起工しました。まったく新しい船をつくるためのさまざまな問題——すべてIHIの技術が解決しました。やがて到来する原子力船時代に備えて、技術開発や連航の経験を得るためのわが国初の原子力船です。



■主要目 全長 130m、幅 19m、深さ 13.2m、吃水 6.9m 総トン数 8,350t、
載貨重量 2,400t、主機軸出力 10,000SHp、航海速度 16.5knot、乗組員 79名

IHI

石川島播磨重工業

東京・大手町・新大手町ビル
TEL (03) 270-9111 (大代表)

新しい設備基準：大型冷凍機はスクリュー

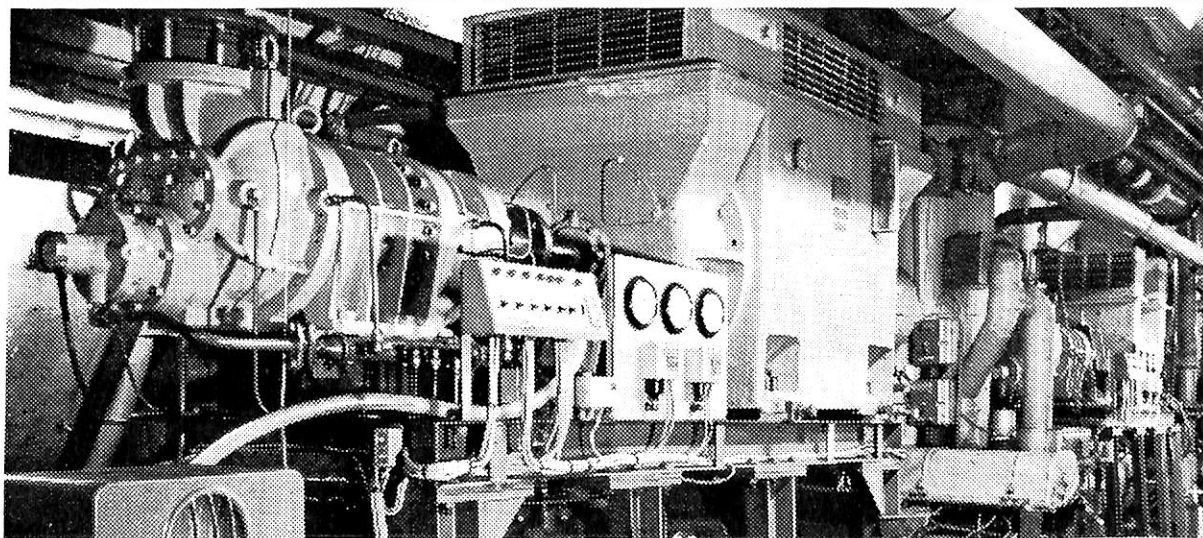
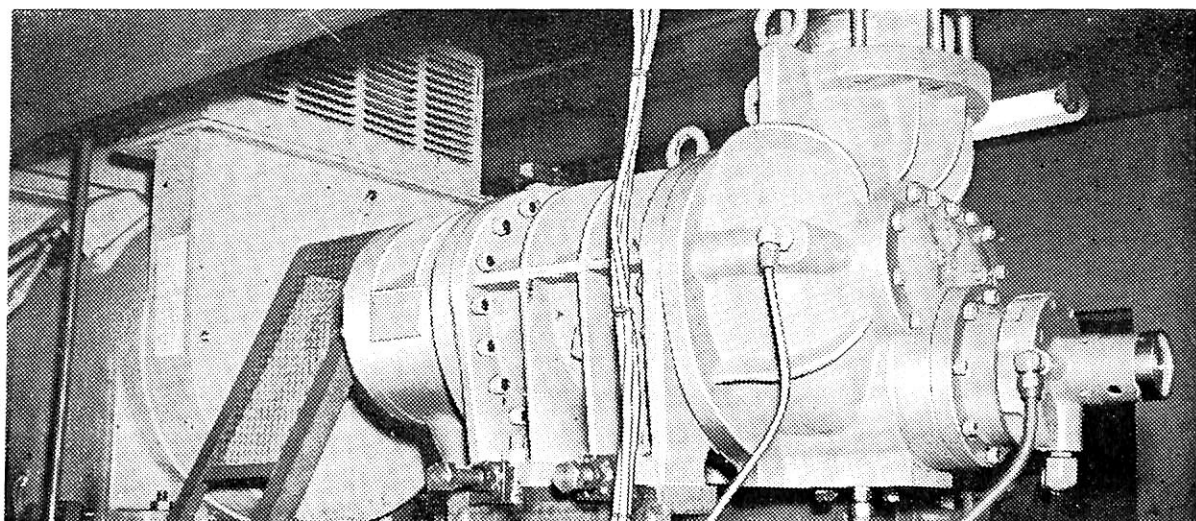
有利です。早くも数社で実証中 新発売—マイコンSRMスクリュー冷凍機

期待の冷凍機・マイコンのスクリュー。すでに数社のユーザーで圧倒的な効率を発揮し、“大型はスクリュー”という新しい基準を作り上げようとしています。

その一例。あるユーザーでは、吐出量1,130m³/hのスクリュー4台（300HP1台、200HP1台、100HP

2台）が、60t/日の製氷、10,000t/日の冷蔵、20t/日の凍結能力を、同時に発揮しています。

- 精密ローターで連続圧縮 ●体積効率が大きい
- 故障が少ない構造 ●小型で軽量 ●振動が少ない
- 無段容量制御ができる



株式会社 前川製作所

本社 東京都江東区牡丹町 ロサンゼルス・メキシコシティ・サンパウロ

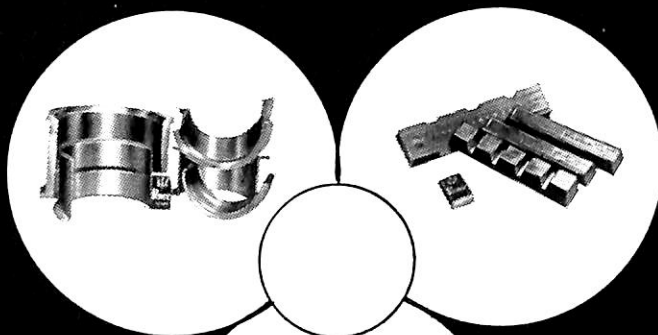
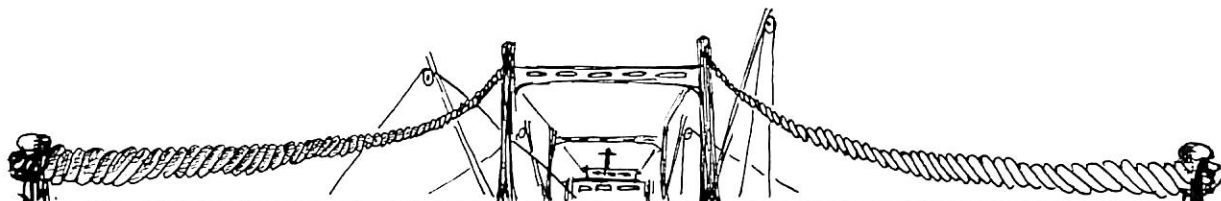
**MOST ENDURABLE
& DEPENDABLE**
ANTIFRICTION METAL

**LIGHT IN WEIGHT
& CHEAP IN PRICE**
AL-TIN SOLID BEARING

英国ホイットメタル社 ELEVEN “R”種 (一手販売・加工)

■ 営業品目 ■

ホワイトメタル ホワイトメタル軸受 アルミニウム軸受
ケルメット軸受 三層軸受 含油(焼結)軸受



KONGO
YOKOHAMA



株式
會社

金剛コルメット製作所

横浜市磯子区新磯子町6番地7 電 045 (751)1461代 千 235
神戸・下関・石巻・台湾

DE LAVAL

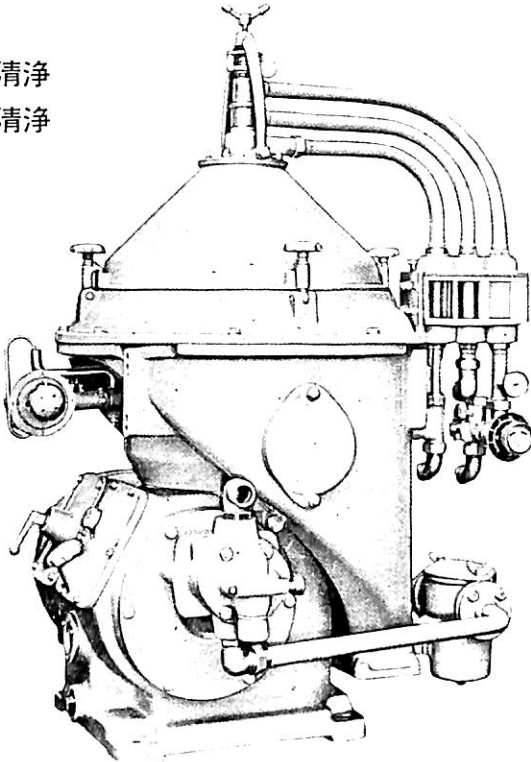
MOST RELIABLE MARK FOR CENTRIFUGAL & THERMAL EQUIPMENTS

デ・ラバル スラッジ自動排出型油清浄機

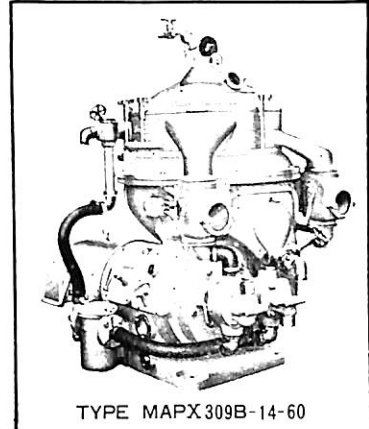
(スウェーデン アルファ・ラバル社技術提携機)

〈用途〉

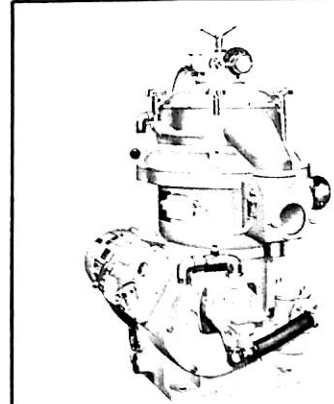
- 燃料油清浄
- 潤滑油清浄



TYPE MAPX 210T-14-60

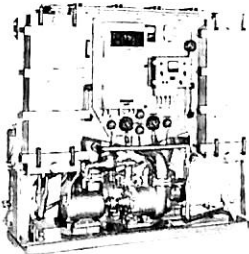


TYPE MAPX 309B-14-60



TYPE MAPX 207S-14-60

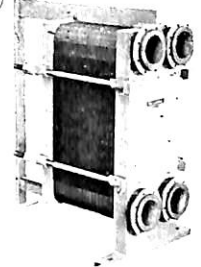
真空フラッシュ式 ニレックス造水装置 (デンマーク ニレックス社製)



プレート式 デ・ラバル熱交換器 (スウェーデン アルファ・ラバル社製)

〈用途〉

- ジャケットウォータークーラー
- ピストンクーラー
- 燃料弁クーラー
- 潤滑油クーラー



スウェーデン アルファ・ラバル社日本総代理店

長瀬産業株式会社機械部

製造及整備工場

京都機械株式会社分離機工場

本社 大阪市南区塩町通4-26東和ビル (252)1312

東京支店 東京都中央区日本橋本町2-20小西ビル (662)6211

京都市南区吉祥院御池町3-1 (68)6171



三菱防蝕亜鉛

CATHODIC PROTECTION ZINC

鉄材の腐蝕を
C P Z で防ぎましょう

CPZ

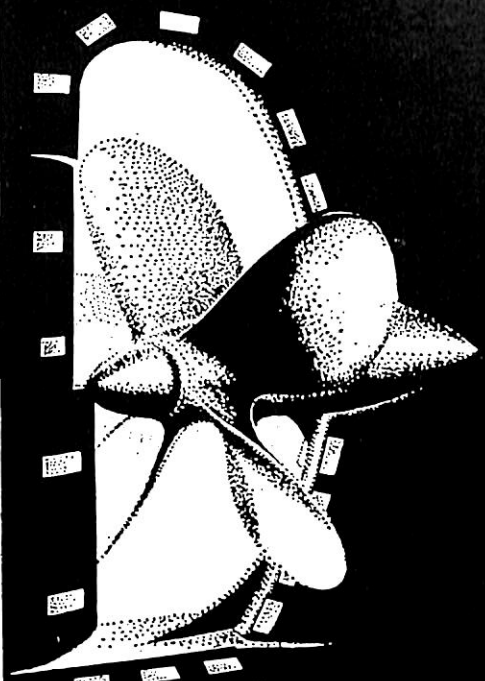
用途 船舶外板・スクリュー
海水中の鉄構造物

三菱金属鉱業株式会社

東京都千代田区大手町1丁目6番地(大手ビル)
電話 (231) 2431・3321・4311番

総代理店 三菱商事株式会社
電話 (281) 1021・1031・2021番

設計施工 日本防蝕工業株式会社
電話 (211) 5641 代表

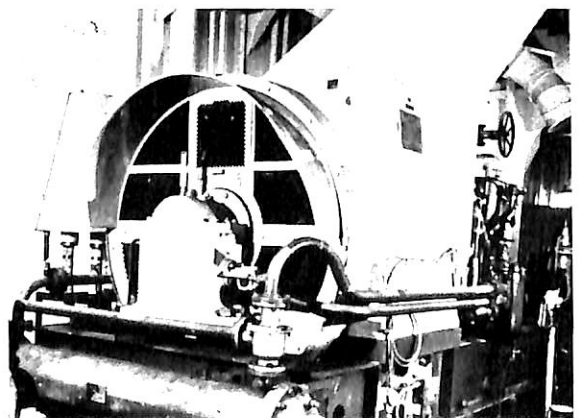


世界へ雄飛する

西芝の技術!

■主要電気機器■

- 交直流発電機
- 補機用電動機
- 電動送風機
- 配電盤・制御装置
- つり上げ電磁石

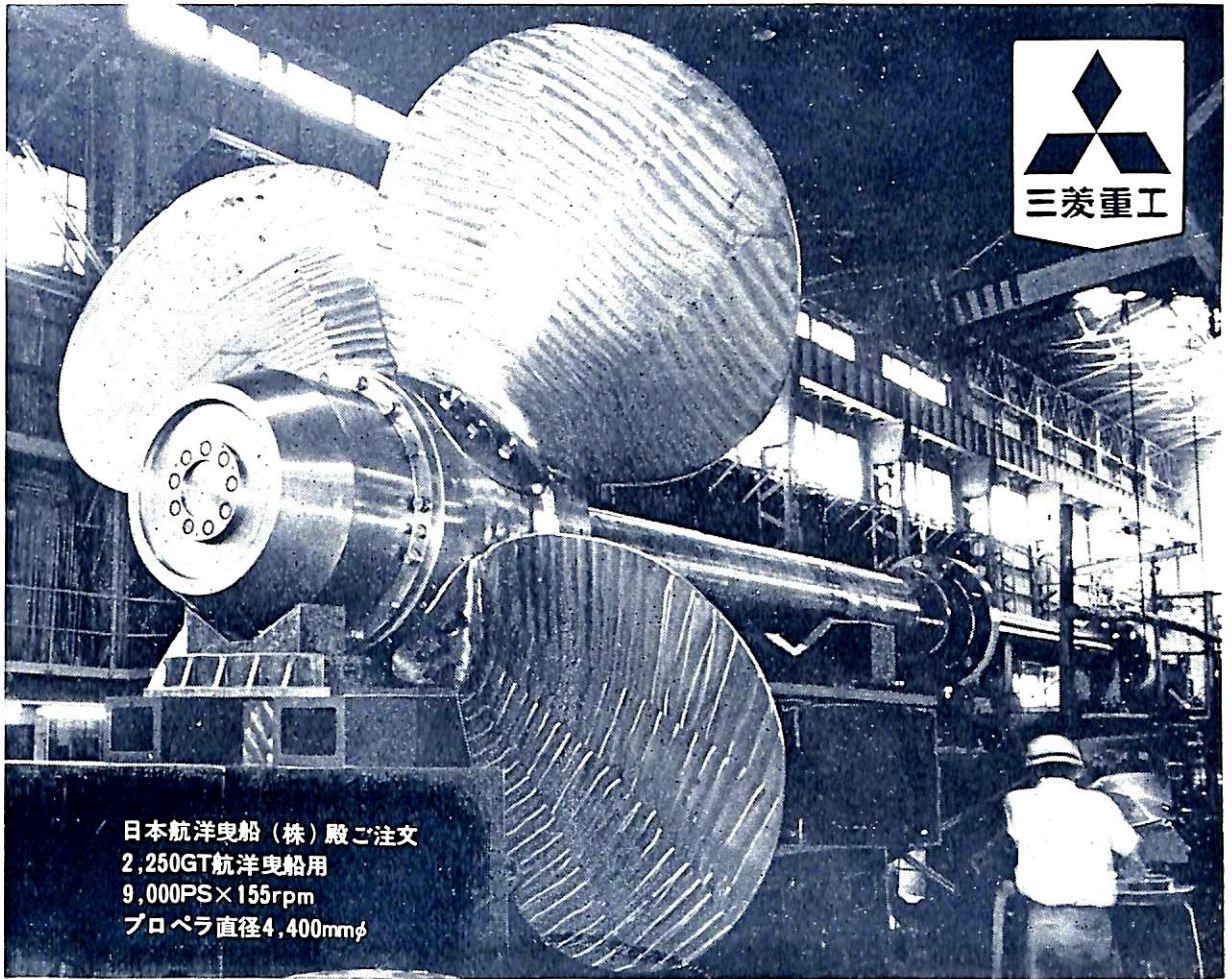


(NBC 312,000トン主発電機 1175kW—1200R/M)



西芝電機株式会社

本社・工場 姫路市網干区浜田1000 電話 網干(0792) 72-4151(大代表) 〒671 12
 東京営業所 東京都中央区銀座8丁目3番7号(伊勢半ビル) 電話東京(03)572-5351(代) 〒104
 大阪営業所 大阪市北区曾根崎新地2-17(成見ビル) 電話大阪(06)312-2158(代) 〒503



日本航洋曳船（株）殿ご注文
 2,250GT航洋曳船用
 9,000PS×155rpm
 プロペラ直径4,400mmφ

わが国最大 9,000PSも……………

三菱 KAMEWA 可変ピッチプロペラ

三菱 KAMEWA 可変ピッチプロペラは三菱重工が、この分野に世界的実力をもつスウェーデン KAMEWA 社との技術提携によって製作しているもので、今日までに多種、多数の実船に採用され好評を博して

います。本プロペラには一般用、高速高負荷用等各形式があり、それぞれの目的に最適のものを装備できますので、高い経済性はもとよりユーザー各位にご満足いただける十分な信頼性を備えています。

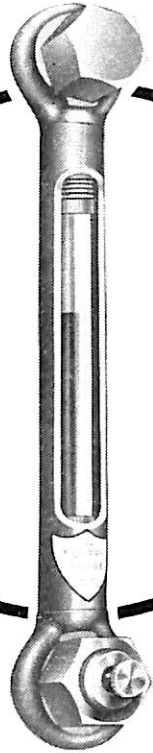
三菱重工業株式会社

本社 原動機事業部 東京都千代田区丸の内2-10
 船用機械課 TEL大代表東京 212 3111

大阪営業所 TEL 大阪(06)313-1231 大代表 福岡営業所 TEL 福岡(092)76-1061, 3561 (福岡ビル代表) 広島営業所 TEL 広島(0822)21-9131-6

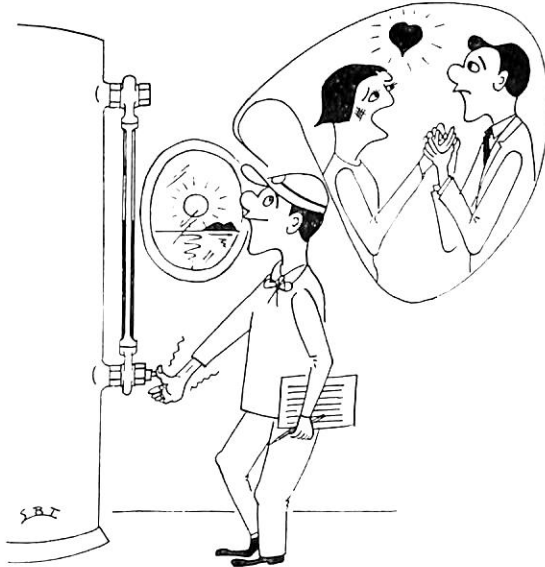
世界中の船に
信頼された!!

PATENT プッシュ式
マリン・ゲージ

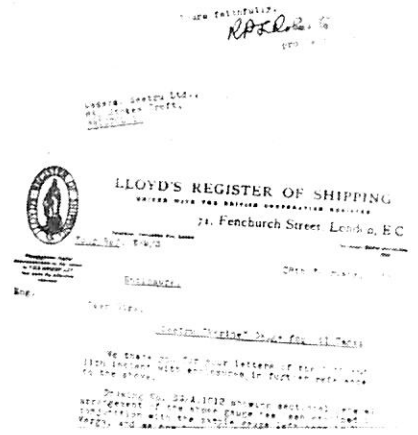


- 納期即納
- 建値1m ¥6,800
- ご請求下さいカタログ送ります。
- お電話下さい説明します。

- Lloyd's 認定の英国 SEETRU社と技術提携
- 本品はクイック・マウント・液面計シリーズのシートル・ゲージと姉妹品です。
- 液面が赤色に着色されて見られるので透明な液体には特に見やすくなっております。
- 分解と組立が使用中でもインスタントにできる。



マリンゲージはプッシュ式…うん、これだ!!
押しの手でいいから!!



ロイド認定の合格証

- BsBM 製
- 呼び径 3/4 PF
- 溶接ボス付 (鉄製)
- 耐圧 10kg/cm²
- 取付長さ 2 m 以下標準
- 1000mm 以上中間保持金具付

シートル社東洋総製造販売元

金子産業株式会社

M・G
C 請求

〒108 東京都港区芝 5-10-8 ☎452-3171 工場 東京・川崎・白河

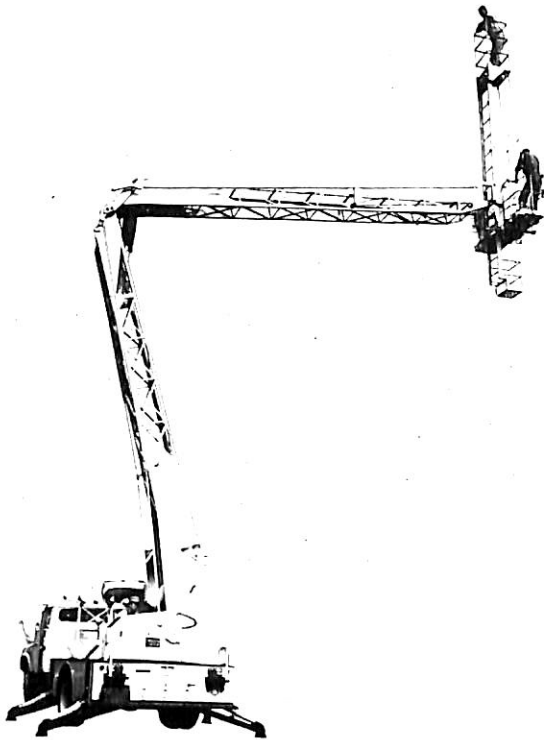
高所作業能率の飛躍的増進

森田式高所空中作業車

地上高さ16mの塔上作業台(高さ4mの摺動式補助梯子付)

伝統の足場方式から近代的作業方式へ脱皮

船舶塗装、錆落し作業の合理化に好適



伸長途上の高所空中作業車



船体へ塗装作業中の高所空中作業車

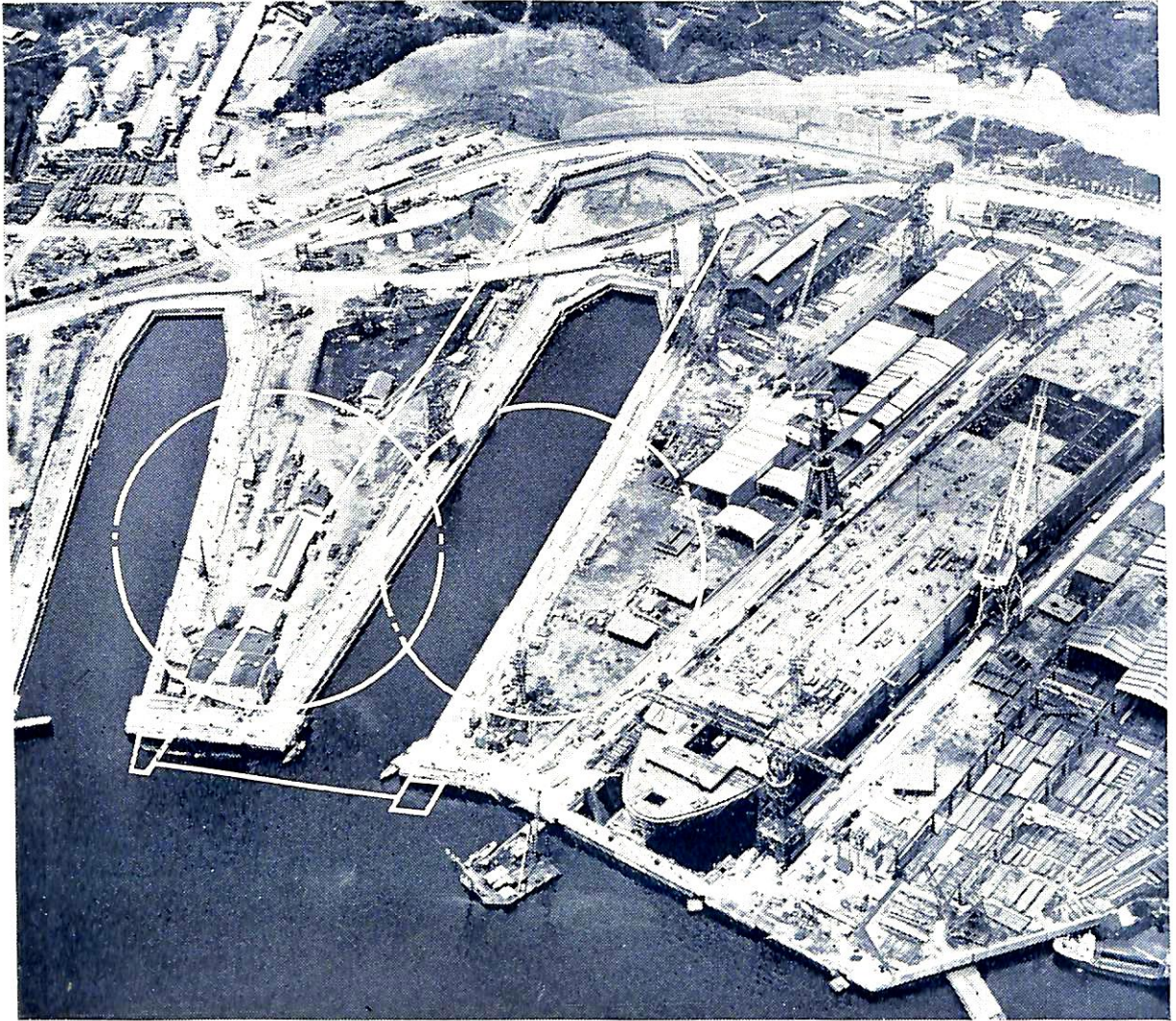
主なる特長

- ◇地上高さ20メートルの高所において1名、16メートルで1名がそれぞれ安全作業に従事できる。
- ◇高所作業の従来の足場は不用、移動式足場として自在に操作は可能。
- ◇作業台上の補助梯子長さ6.1メートルは着脱が自由に行なえる。
- ◇移動は迅速、軽快、強度、保守、安定性および耐久性は無比の万能車。
- ◇造船所の塗装、錆落し、組立および高所への材料の移動用として最適。



森田ポンプ株式会社

大阪市生野区腹見町2丁目33番地(〒544) 電話 大阪(751)1351
営業所 大阪・東京・仙台・名古屋・福岡・富山



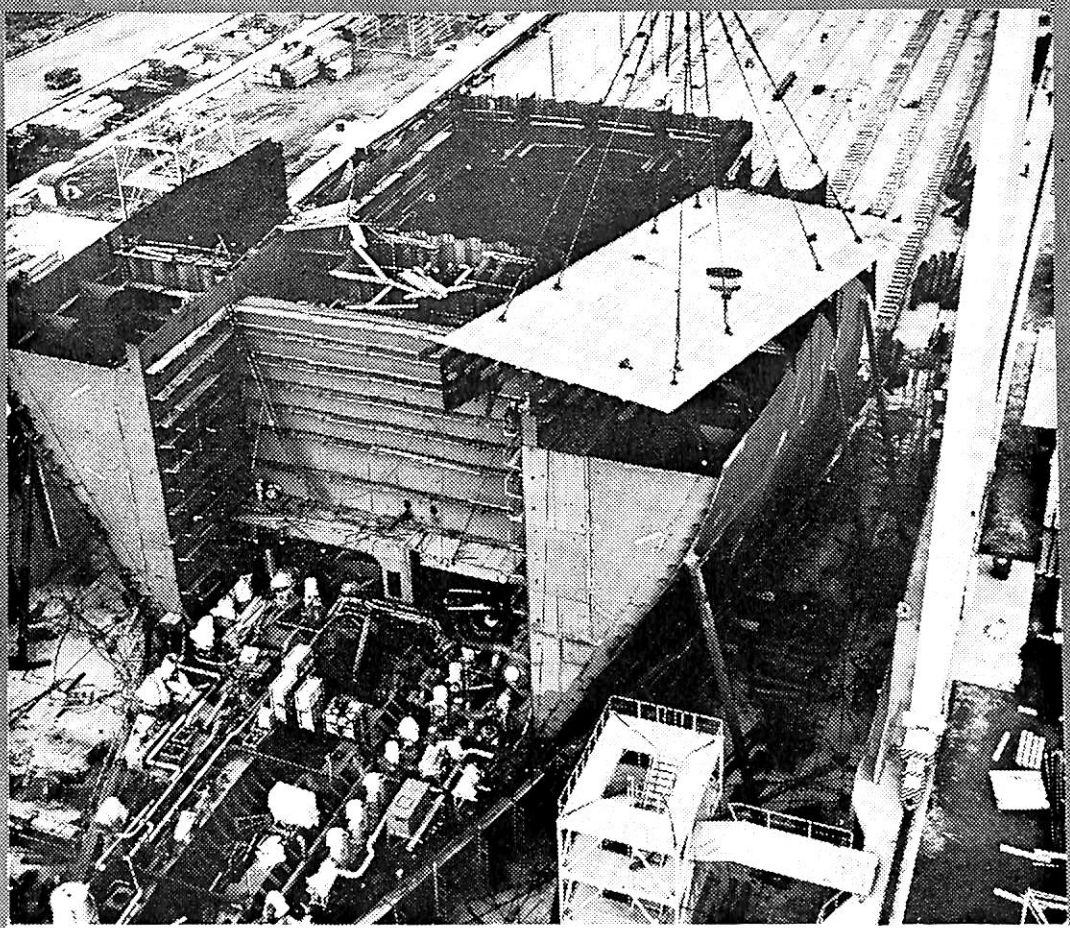
巨船時代を推進する佐世保重工

当社の佐世保重造船所では、いま第3ドック(写真左)を300,000DWTに拡張する工事が急ピッチですすめられております。長さ370m幅70mのこのドックは昭和44年5月から稼動を開始しますが、今後ますます増加する大型船の各種修繕工事の需要にこたえて、その威力を発揮することになります。また第4ドック(写真右)では目下210,000DWTタンカー14隻の連続建造が順調におこなわれておりますが、これも巨船時代のトップメーカーとして活躍する佐世保重工の歴史にさらに輝かしい1ページを書き加えるビックイベントです。



佐世保重工業株式会社

本社 東京都千代田区大手町2の4(新大手町ビル) 電話 代表(211)3631
造船所 長崎県佐世保市立神町 電話 代表(4)2111



優秀な厚板が あつてこそ あなたの技術が 生きるのです

品質のすぐれた、あらゆる鋼種の、しかも寸法範囲のひろいもの——造船用材、橋梁用材などとしての厚板が、高性能化・大型化を求められている今こそ、この神鋼の厚板の価値がおわかりいただける筈です。

直径2mの最大級バックアップロールを備えた四重広巾厚板圧延機をはじめ、最新鋭設備を充実させた加古川の新厚板工場から産まれる厚板は、厚さ15mm～200mm巾4.5m、長さ25mという、画期的な超広巾長尺厚板。美しく滑らかな鋼板面が得られることはもちろん、切断精度、切断形状の優秀さ、加えてローラープラテン式焼入方式の採用などにより、ご注文に応じ、バラエティーに富んだ各種調質高級鋼板の製造も可能になったのです。神戸製鋼は、受注から出荷までコンピュータによる一貫管理で、新時代の要求に応えています。



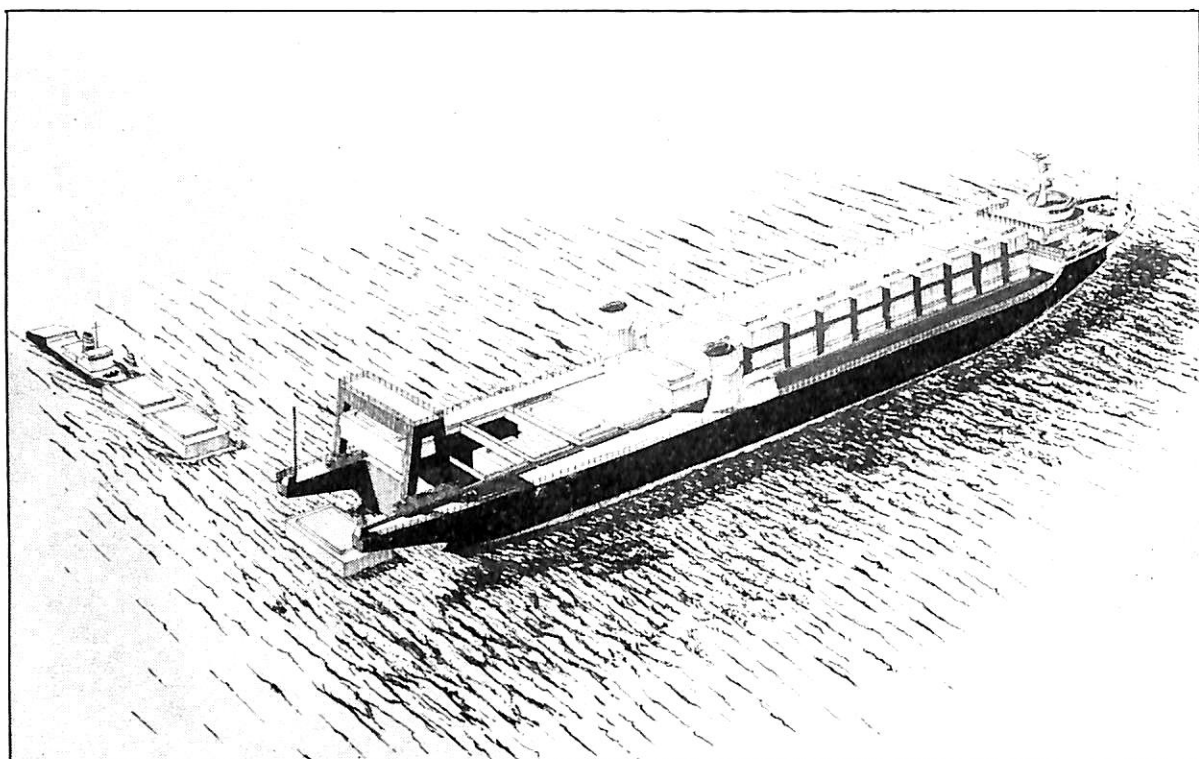
神戸製鋼

鉄鋼事業部

カタログは下記へお申しつけ下さい

大阪支社 大阪市東区北浜3丁目5(大阪神鋼ビル) TEL (203) 2221

東京支社 東京都千代田区丸の内1丁目1(鉄鋼ビル) TEL (212) 7411



ラッシュ完成予想図

輸送の革命児！

親ガメの背中に 子ガメを 乗せて……………

と いわんばかりのLASH船

昨年12月起工 いま 浦賀重工の全従業員が全力をあげて建造中 いよいよ 本年初秋 世界にさきがけて完工します。通勤電車並みに混んだ港も関係なし 船上にある 500 tガントリー・クレーンを駆使し 400 t積みバージの荷役時間もわずか15分 広大な港湾施設も不要…………… 全く海上輸送の革命児です。

浦賀重工が 創業以来培った高度の技術力が この独創的なLASH船の出現を可能にしたのです。



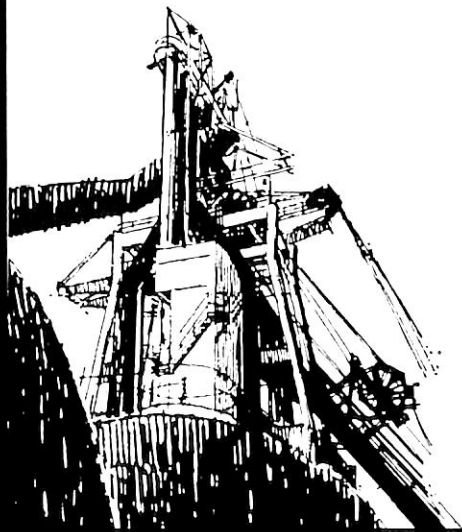
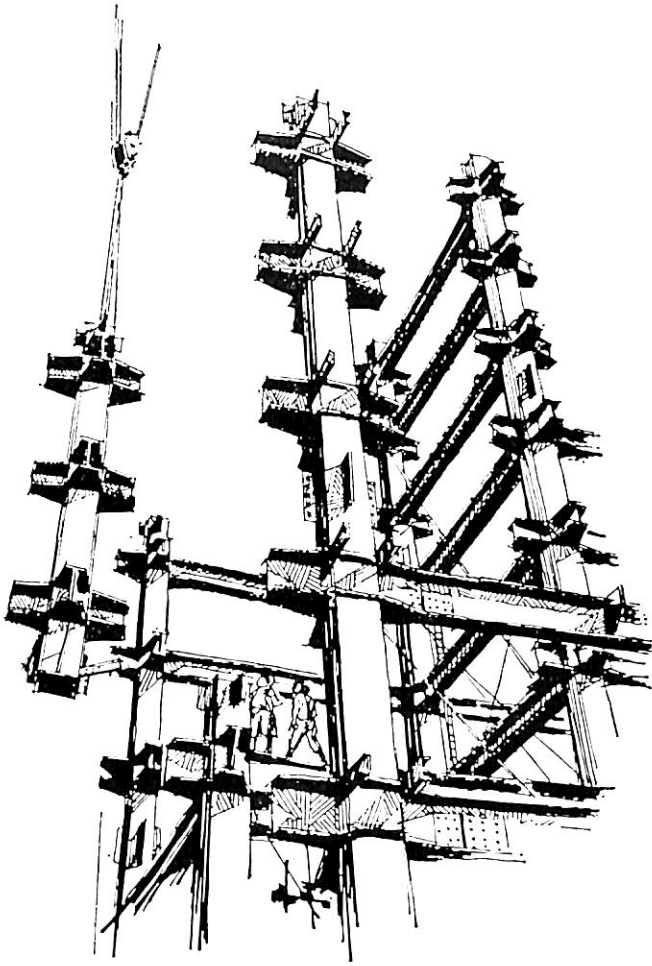
浦賀重工業株式會社

東京・大手町・新大手町ビル
TEL 東京 (211) 1 3 6 1

明日を創る — 鉄

営業品目

銑鉄・鋼塊・鋼材および半製品・化学製品

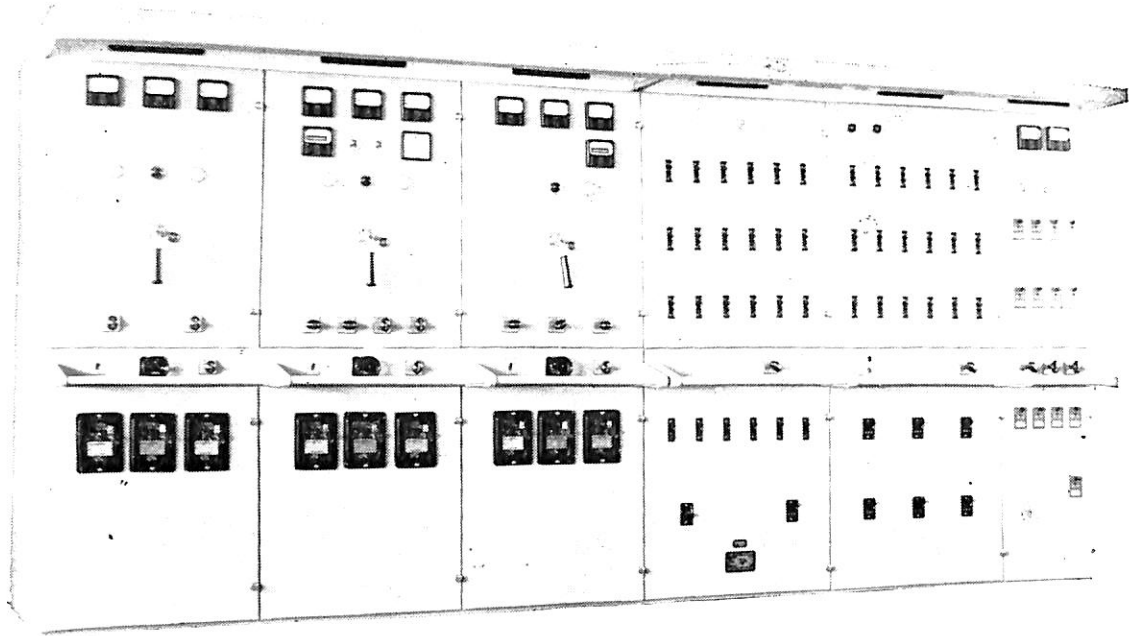


富士製鐵

本社 東京・丸の内

電話 (212) 2111

- 発電機
- 各種電動機及制御装置
- 船舶自動化装置
- 配電盤



永い経験と最新の技術を誇る

大洋の船用電気機器



大洋電機株式会社

本社 東京都千代田区神田錦町3-16 電話 東京 293-3061 代表
 岐阜工場 岐阜県羽島郡笠松町加月町18 電話 岡 松 7-4111 代表
 伊勢崎工場 伊勢崎市八幡島町7-26 電話 伊勢崎 5-3566 代表
 群馬工場 伊勢崎市八幡島町工業団地K地区 電話 伊勢崎 5-3564 代表
 下関出張所 下関市竹崎町3-99 電話 下関 23-7261 代表
 北海道出張所 札幌市北三条東三丁目話建ビル 電話 札幌 24-7316 代表

創刊20周年記念特集号 目次

日本の造船技術の取組むべき問題点……………	(運輸省船舶局長 佐藤美津雄) ……71
12月のニュース解説……………	(編集部) ……74
超大型船の問題……………	(石川島播磨重工業 真藤 恒) ……77
船体・螺旋推進器・舵の相互干渉について……………	(九州大学教授 上野 敬三) ……79
船舶の運動性能研究の現段階とその問題点……………	(船舶技術研究所運動性能部長 山内 保文) ……85
船体強度および振動に関する問題点と展望……………	(大阪大学教授 八木 順吉) ……100
造船工作法および造船溶接の進歩……………	(大阪大学教授 大谷 碧) ……105
世界最大タンカー“SS UNIVERSE IRELAND”について……………	(石川島播磨重工業・横浜第二工場 造船設計部・機関艙装設計部) ……115
700個積みコンテナ専用船「ごうるでん げいと ぶりっじ」……………	(川崎重工業神戸工場造船設計部) ……125
コンテナ船“加州丸”について……………	(日立造船株式会社) ……135
コンテナ専用船「ジャパンエース」について……………	(石川島播磨重工業・相生第一工場 造船設計部・機関艙装設計部) ……140
航海訓練所練習船「青雲丸」について……………	(日本鋼管株式会社) ……152
1,500GT貨客船 あまみ丸……………	(三菱重工業・下関造船所) ……163
撤積船「仁光丸」の合理的無人機関室について……………	(浦賀重工業・船舶事業部設計部) ……168
21万トンタンカー連続建造とその第1船 BULFORD 号について……………	(佐世保重工業・佐世保造船所) ……180
本邦最大の自動化鉍石運搬船「富隆丸」について……………	(三井造船・玉野造船所) ……190
〔技術短信〕 無人機関室高速冷凍運搬船珠洋丸初航海……………	(前川製作所) ……139
昭和43年度新造船建造許可実績(昭和43年11月分)……………	201
〔製品紹介〕 スカベンジングダクト火災警報装置®……………	(理化電機工業) ……202
〔世界の客船〕 SS QUEEN ELIZABETH 2 — Preview と試運転……………	(速水 育三) ……30
〔一般配置図〕 UNIVERSE IRELAND, ジャパンエース, 加州丸, ごうるでん げいと ぶりっじ, 青雲丸, あまみ丸, 富隆丸, BULFORD	

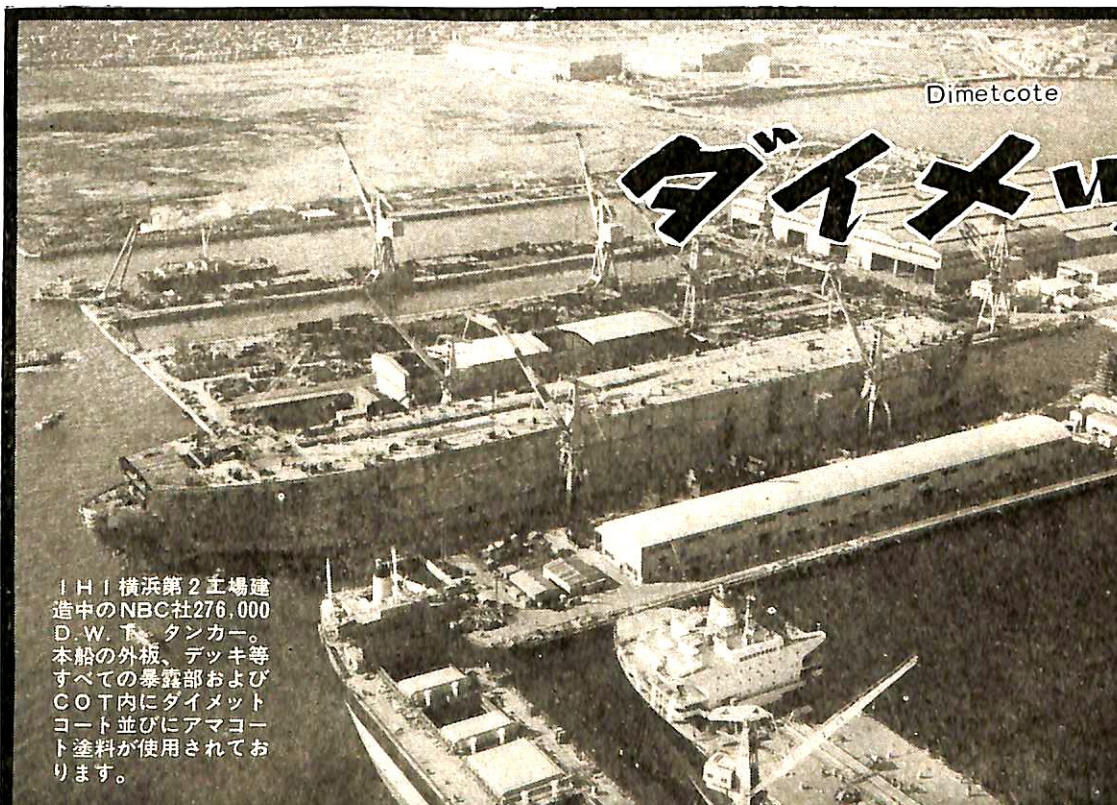
(おことわり……連載の「続・連絡船ドック」および「連絡船のメモ」は次号に掲載いたします)

新造船写真集 (No. 243)

竣工船…びゃくだん丸, 第1とよた丸, 晴山丸, 第二生島丸, 伏見丸, 日邦丸, 珠洋丸, 新南丸, 豊福神丸, 駒姫丸, 伯運丸, 第十一内海丸, 洋進丸, 第二海安丸, 第十三辰己丸, 晃洋丸, 正龍丸, 第十一明神丸, 第三明栄丸, 協和丸, 第二十二小富士丸,
ASIA BOTAN, AURORA II
DOTO, FAUSTINA,
FRANS MALMROS, JOANA,
MANGELIA, MEDORA,
WINDFORD, WORLD DIANA,

船内写真…UNIVERSE IRELAND, 仁光丸, あまみ丸, 加州丸, ごうるでん げいと ぶりっじ, ジャパンエース, 富隆丸, 青雲丸

〔表紙写真〕 リベリア Windsor 社向け
木材および撤積運搬船
WAYWAY
23,591DWT, 8,400PS
日立造船・因島工場建造



ダイメットコート®

船齢を延ばす……塗る亜鉛メッキ

ダイメットコート・スチール・プライマー
従来のプライマーと異なり無機、有機塗料のどちらの下塗りとしても使える無機硫酸亜鉛塗料です。鋼板をショット・プラスト直後塗りますからサンド・プラストの手間は軽減されます。NBC社 276,000D.W.T. Tankerはこのsystemで塗装されております。

工 事 部 最新の設備と優秀な技術によりサンド・プラスト処理からスプレー塗装まで一貫した完全施工をしております。ダイメットコート国内施工実績400万平方メートル。

米国アマコート会社 日本総代理店

株式会社 **井上商会**

取締役社長 井上 正 一

本社：横浜市中区尾上町5の80
電話：横浜(681)4021~3(641)8521~2
テレックス：3822-253 INOUYE YOK
工場：横浜市保土ヶ谷区今宿町
電話：横浜(951)1271~2

1H1 横浜第2工場建造中のNBC社276,000D.W.T.タンカー。本船の外板、デッキ等すべての暴露部およびCOT内にダイメットコート並びにアマコート塗料が使用されております。

新
製
品
!!

GYRO COMPASS + GYRO PILOT = Gylot

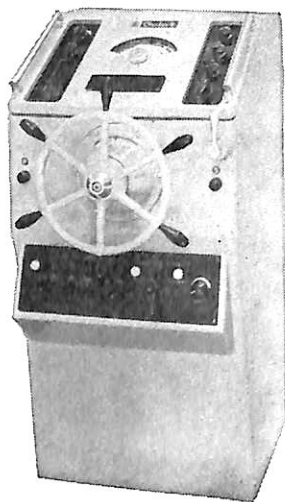
ジャイロット GLT-200シリーズ

ジャイロットとは弊社が船舶の近代化に
応えて開発したものでジャイロコンパス
(TG-100)とオートパイロットの制御部
分を一つの操舵スタンドに組込んだ最新
の操舵装置です。

GLT 201 = ジャイロコンパス + デュアル1形パイロット

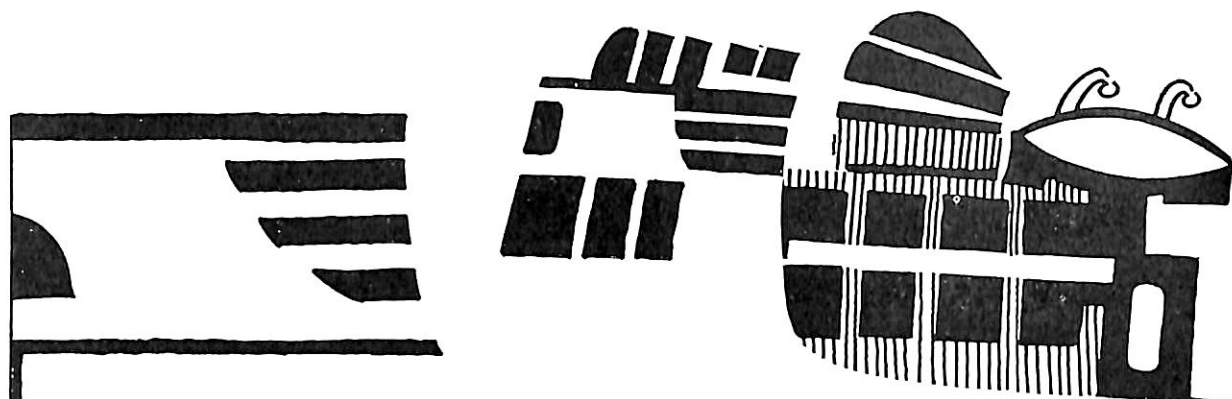
GLT 202 = ジャイロコンパス + デュアル2形パイロット

- 装備簡単
- 操作容易
- 高性能

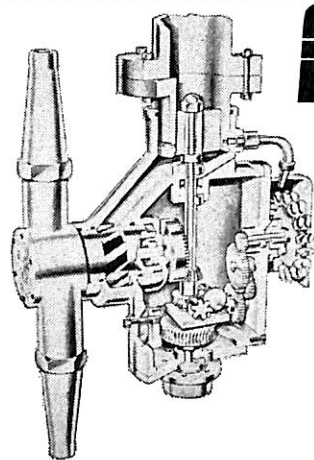


株式 東京計器製造所

本社 東京都大田区南蒲田2の16 TEL (732) 2111 (大代表)
神戸・大阪・東京・名古屋・広島・北九州・函館・長崎・横浜・清水



ワンマンでタンカー・クリーニング!



世界の業界をリードする
英国DASIC社製・固定式洗浄機

JETSTREAM ジェット・ストリーム

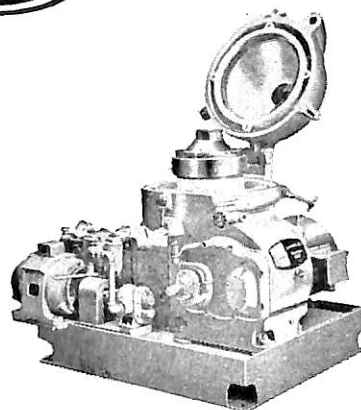
- タンク内に固定、半永久的に使用可能
- 動力は洗浄水だけ
- 特殊機構による完全軌跡
- クリーニング・コストの節減に

■ 特許申請中 ■

可搬式洗浄機も扱っております

エンジン・ルーム自動化への一紀元!

完全自動式油清浄機の出現



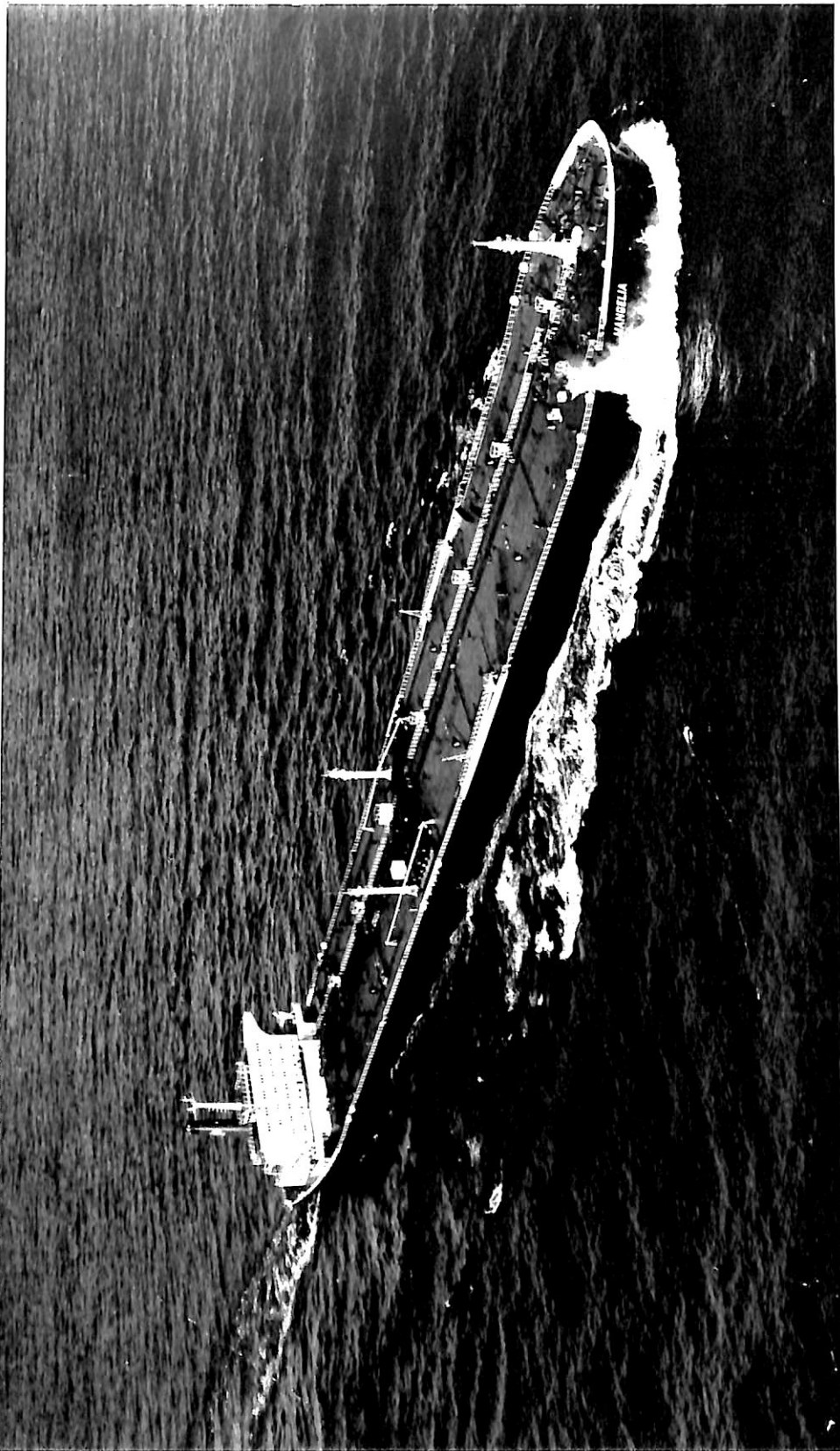
Sharples Gravitrol Centrifuge

- ◆ ペンソールト ケミカルズ コーポレーション
シャープレス機器部 日本総代理店
- ◆ ダーシック ケミカルズ リミテッド 日本総代理店

巴工業株式会社

本社 東京都中央区日本橋江戸橋3の2 (第二丸善ビル)
電話 東京 (271) 4 0 5 1 (大代表)
大阪出張所 大阪市南区末吉橋通り4ノ23 (第二心斎橋ビル)
電話 大阪 (252) 0 9 0 3 (代表)

■ 特許申請中 ■



マングリア
輸 出 油 槽 船 MANGELIA

船主 Shell Tankers (U.K.) Ltd. (England)
 川崎重工業株式会社坂出工場建造 (第1100番船)
 全長 325.297m 垂線間長 310.000m
 総噸数 105,138.09T 純噸数 75,587.33T
 4 台 油艙口数 15 デリックブーム 1基
 主機 川崎 U-310型マリンタービン 1基 発電機 1基
 UFE 100/82-M型ボイラー 1基 船型 平甲板型
 A₁450W A₂200W HF A₃100W HF A₁A₃600W HFSSBA₃J₁2,200W (補) SSB Receiver 乗組員 46名
 (補) Monitor 15Kc/s~28Mc/s 船型 平甲板型
 船級・区域資格 LR 造洋 船型 乗組員 46名
 外板はエレクトロニクス特殊塗料、外部電源方式による電気防食適用。2. 油圧遠隔操作による荷役、パイプ材質にコロン・コン・コロン完全適用、
 中艙部。4. ガンゾクロー・システムの使用、海水油濁防止用スロッシングク2槽。5. 居住区は居住性、防火構造、保守を考慮した最高級
 の居住区。
 竣工 43-11-28
 満載排水量 237,753Lt
 3,500m³/h×1.25m
 清水艙 336m³
 満載吃水 18.9524m 主荷油ポンプ 送信機 (主) Crusader MF
 247,444m³ 燃料消費量 146.8t/day 送信機 (主) Atalanta 15kc/s~28Mc/s
 28,000PS (常用) 28,000PS (85RPM) 送信機 (主) Atalanta 15kc/s~28Mc/s
 AC 440V×60kW 1台 送信機 (主) Atalanta 15kc/s~28Mc/s
 AC 440V×937.5kVA 2台 AC 440V×60kW 1台 送信機 (主) Atalanta 15kc/s~28Mc/s
 16,062kn (満載航海) 15 $\frac{1}{2}$ kn 航続距離 17,560浬
 1. タンク内にロイド・コロージュン・コン・コロン完全適用、
 2. 油圧遠隔操作による荷役、パイプ材質にコロン・コン・コロン完全適用、
 3. 機関部の集
 中艙部。4. ガンゾクロー・システムの使用、海水油濁防止用スロッシングク2槽。5. 居住区は居住性、防火構造、保守を考慮した最高級
 の居住区。



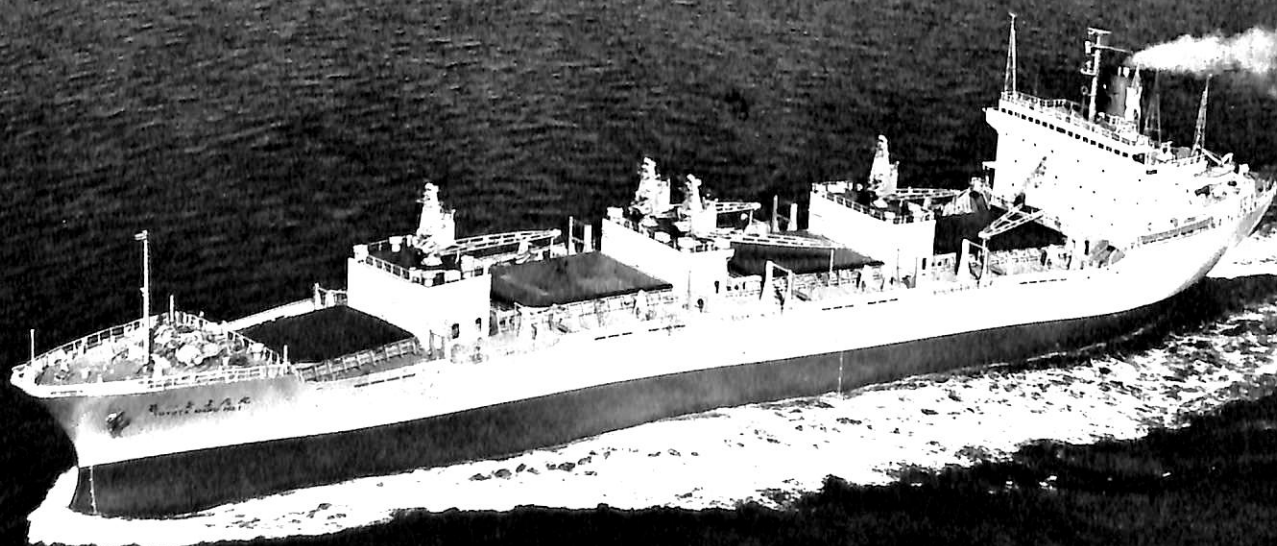
搬積貨物船 **びやくだん丸** 東京海事株式会社
BYAKUDAN MARU

三菱重工業株式会社神戸造船所建造(第994番船) 起工 43-6-5 進水 43-10-7 竣工 43-12-6
 全長 148.016m 垂線間長 136.00m 型幅 21.60m 型深 12.20m 満載吃水 9.179m
 満載排水量 21,240kt 総噸数 10,169.63T 純噸数 6,437.05T 載貨重量 16,909kt
 貨物艙容積 (ベール) 20,688.0m³ (グリーン) 21,122.7m³ 艙口数 4
 燃料油槽 2,521.5m³ 燃料消費量 155g/PS/h 清水槽 402.1m³ 主機械 三菱スルザー 6RD68型デ
 イーゼル機関 1基 出力 (連続最大) 8,000PS (150RPM) (常用) 7,200PS(145RPM) 補汽缶 立形コ
 クランポイラー1基, 排ガスエコノマイザー1基 発電機 375kVA×2台 送信機 (主) 中波 A₁ 500W
 A₂ 200W 短波 1kW 1台, (補) 中波 A₁ 50W A₂ 50W 短波 A₁ 75W A₂ 75W 送信機 (主) 中波 A₁ 500W
 全波 A₁ A₂ A₃ 各3台 速力 (試運転最大) 17.86kn (満載航海) 14.6kn 中波 A₃ 20W 1台 受信機
 船級・区域資格 NK 遠洋 船型 凹甲板型 乗組員 34名 同型船 せんだん丸 航続距離 約 20,000浬

- 16 -

23次自動車兼搬積貨物船 **第一とよた丸** 川崎汽船株式会社
TOYOTA MARU No.1

川崎重工業株式会社神戸工場建造(第1109番船) 起工 43-3-19 進水 43-9-21 竣工 43-11-21
 全長 159.00m 垂線間長 148.00m 型幅 22.20m 型深 13.00m 満載吃水 9.57m
 満載排水量 24,716kt 総噸数 12,411.55T 純噸数 7,205.30T 載貨重量 18,507kt
 貨物艙容積 (グリーン) 22,905.7m³ 艙口数 4 テッキクレーン 5t×5 燃料油槽 1,556.5m³
 燃料消費量 1.375t/h 清水槽 365.3m³ 主機械 川崎 MAN K7Z70/120C型デ
 出力 (連続最大) 8,750PS (135RPM) (常用) 7,440PS (128RPM) 補汽缶 乾燃室円缶
 ディーゼル駆動 445V×350kVA 3台 送信機 (主) NSD-301A (補) NSD-113RVA
 NRD-1EL (補) NRD-2 速力 (試運転最大) 17.408kn (満載航海) 14.5kn 1基 充電機
 船級・区域資格 NK 遠洋 船型 凹甲板船尾機関 乗組員 35名 旅客 2名 受信機 (主)
 および Car deck 装備。 航続距離 18,500浬
 Hopper tank





貨物船(木林兼撒荷運搬船) 晴 山 丸 新和海運株式会社

株式会社名村造船所建造(第375番船)	SEI ZAN MARU	進水 43-9-27	竣工 43-11-30
全長 147.63m	起工 43-6-21	型幅 21.70m	型深 11.70m
垂線間長 138.00m	純噸数 6,446.81T	載貨重量 15,866kt	貨物艙容積 (ベール) 20,258.87m ³ (グレーン) 20,605.80m ³
満載排水量 20,242kt	総噸数 9,847.42T	計7個	22t デッキクレーン
燃料油槽 1,330.49m ³	燃料消費量 25.0t/day	清水槽 307.41m ³	主機械 三菱神戸スルザー6RD68
型2サイクル単動クロスヘッド型排気ターボ過給ディーゼル機関1基	出力 (連続最大) 7,200PS (135RPM)	補汽缶 油焚強圧通風單管式貫流ボイラー 1台	発電機 AC 自動式ディーゼル駆動 290kVA 232kW×450V 3台
短波ダブルスーパーヘテロダイン×2, (非常用) 全波スーパーヘテロダイン×1	送信機 (主) 中波, 短波×2, (補) 中波, 短波×1	受信機 (主) 短波	速力 (試運転最大) 17.397kn
(満載航海) 14.3kn	航続距離 16,100哩	船級・区域資格 NK 遠洋	船型 船首楼付長船尾楼型
乗組員 29名	旅客 2名	同型船 晃山丸	

油 槽 船 第二生島丸 岡田海運株式会社

太平工業株式会社安芸津造船所建造(第218番船)	IKUSHIMA MARU No.2	進水 43-7-26	竣工 43-9-28
全長 101.489m	起工 43-6-20	型幅 15.00m	型深 7.90m
垂線間長 95.00m	純噸数 2,126.76T	載貨重量 5,950.44kt	満載吃水 6.955m
満載排水量 7,677.65kt	総噸数 3,542.63T	主機械 赤坂鉄工 6DH51SS型	
貨物油槽容積 7,436.545kℓ	主荷油ポンプ 堅型単動4サイクル2台 330PS×900rpm (合計容量)	補汽缶 湿燃式丸ボイラー	
燃料油槽 494.92m ³	燃料消費量 156g/PS-h	清水槽 197.55m ³	発電機 交流自動式 100kVA×2台
型単動4サイクルディーゼル機関 1基	出力 (連続最大) 3,000PS (225RPM)	送信機 (主) 500W (補) 75W	
(ボルカノ) 1台	速力 (試運転最大) 13.248kn (満載航海) 12.50kn	船級・区域資格 NK 遠洋	
受信機 全波 2台	同型船 生島丸		
船型 回甲板型	乗組員 23名		





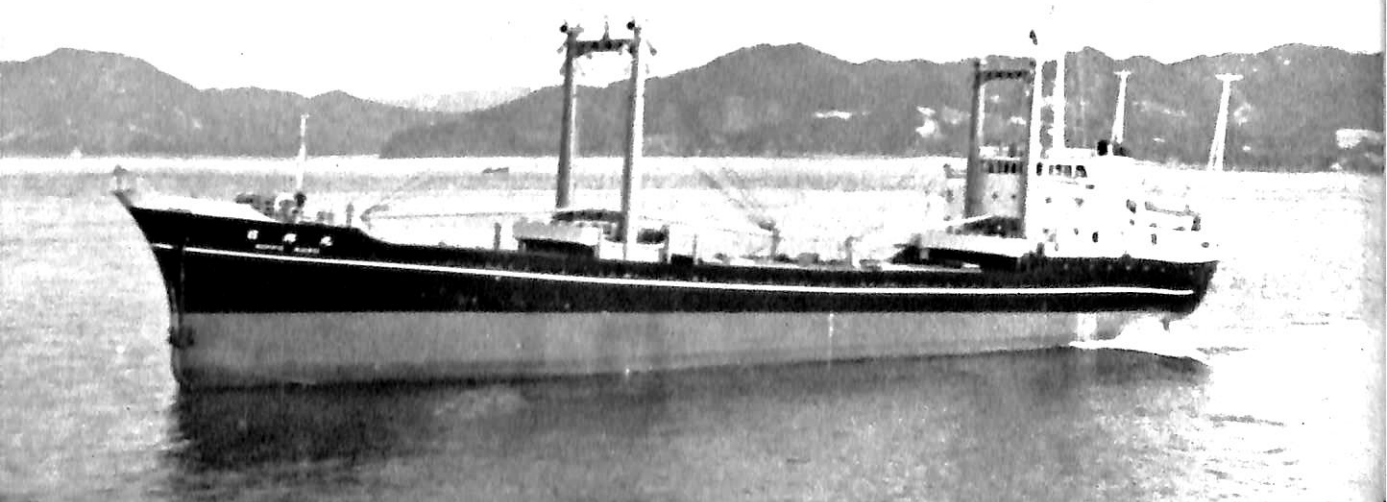
貨物船 伏見丸 新田汽船株式会社
FUSHIMI MARU

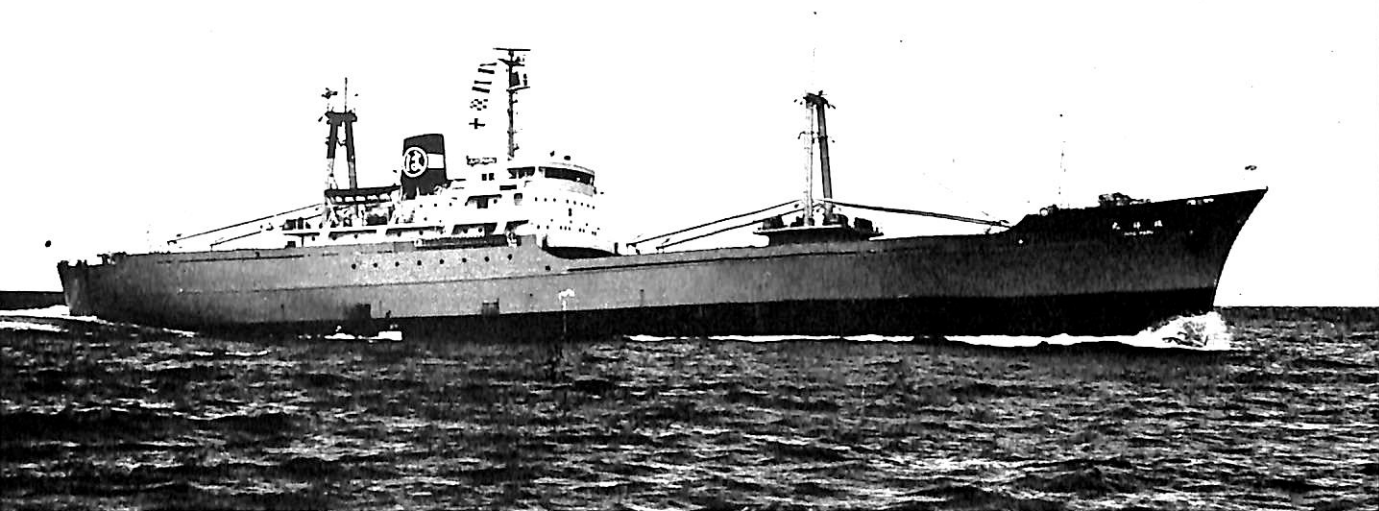
株式会社来島どっく大西工場建造(第447番船) 起工 43-5-8 進水 43-8-13 竣工 43-11-2
 全長 145.50m 垂線間長 136.00m 型幅 21.80m 型深 12.00m 満載吃水 8.727m
 満載排水量 20,238kt 総噸数 10,008.22T 純噸数 6,114.93T 載貨重量 16,114.93kt
 貨物積容積 (ベール) 20,229.0m³ (グレーン) 20,722.0m³ 艙口数 4 デリックブーム 15t×4
 燃料油槽 1,168.48m³ 燃料消費量 25.2t/day 清水槽 941.53m³ 主機械 川崎 MAN K6Z70/120
 C型ディーゼル機関 1基 出力 (連続最大) 8,250PS(139RPM) (常用) 7,500PS(135RPM) 補汽缶 コ
 クランコンボジット型 7.5kg/cm² 1台 発電機 交流自励式 375kVA×445V×60HZ 2台 送信機 協立
 電波 1kW F-10C 速力 (試運転最大) 17.332kn (満載航海) 14.30kn 航続距離 15,000浬
 船級・区域資格 NK 遠洋 船型 凹甲板型船尾機関船 乗組員 35名 本船は木材運搬設備を有す。

— 18 —

貨物船 日邦丸 藤田海運株式会社
NIPPO MARU

幸陽船渠株式会社建造(第512番船) 起工 43-8-10 進水 43-10-10 竣工 43-11-23
 全長 89.80m 垂線間長 82.50m 型幅 13.75m 型深 6.70m 満載吃水 5.702m
 満載排水量 4,960kt 総噸数 2,205.54T 純噸数 1,191.52T 載貨重量 3,655kt
 貨物積容積 (ベール) 4,427.849m³ (グレーン) 4,609.806m³ 艙口数 2 デリックブーム 10t×2 15t×1
 燃料油槽 261.363t 燃料消費量 8.66t/day 清水槽 265.386t 主機械 伊藤鉄工所 M476LHS型4サ
 イクル車動直接噴射トランクピストン型ディーゼル機関 1基 出力 (連続最大) 2,500PS(250RPM) (常用)
 2,120PS(230RPM) 補汽缶 K. S. K式SGF-S650 10kg/cm²×780kg/h 発電機 自己通風防滴型
 AC 445V×130kVA×720rpm×169A×2台 送信機 (主) 500W (補) 125W 各1台 受信機 全波 11球
 速力 (試運転最大) 14.901kn (満載航海) 12.5kn 航続距離 9,050浬 船級・区域資格 NK 近海(国際)
 船型 凹甲板船尾機関型 乗組員 25名 同型船 山亀丸





冷凍貨物運搬船 珠 洋 丸 大洋商船株式会社

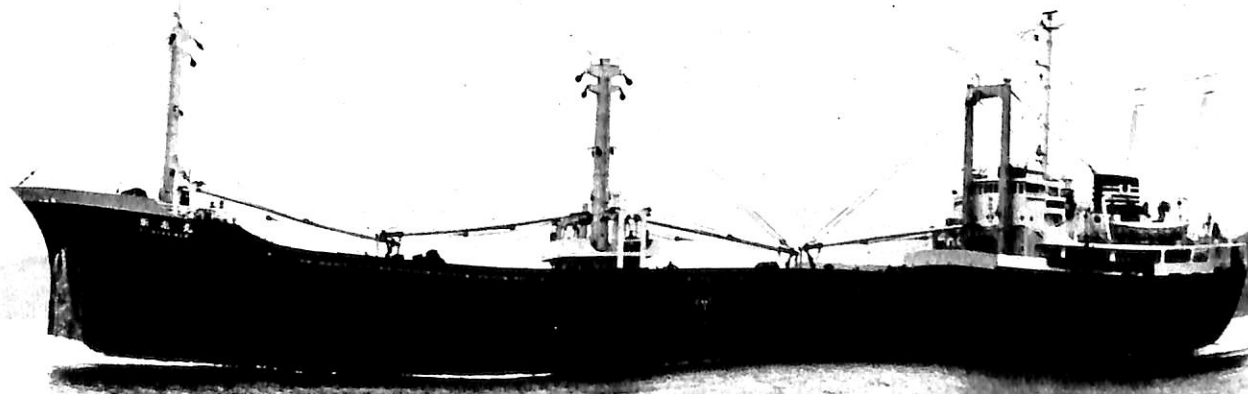
JUYO MARU

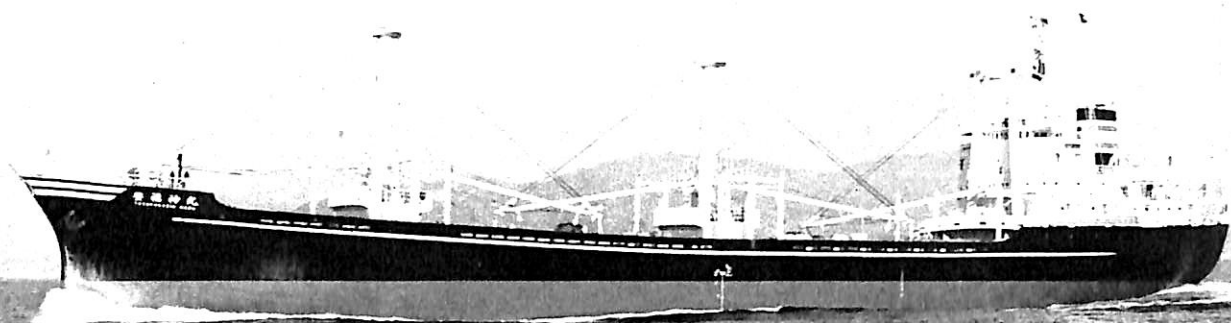
株式会社兼造船株式会社下関造船所建造(第1090番船) 起工 43-5-23 進水 43-7-26 竣工 43-11-20
 全長 111.10m 垂線間長 101.50m 型幅 16.20m 型深 8.50m 満載吃水 6.867m
 満載排水量 7,245kt 総噸数 3,411.08T 純噸数 1,800.72T 載貨重量 4,513.25kt
 貨物艙容積 (ベール) 4,584.38m³ 艙口数 3 デリックブーム 5t×6 燃料油槽 1,045.93m³
 燃料消費量 20t/day 清水槽 146.22m³ 主機械 神戸発動機製 7UEC52/105C型 2 サイクル単動クロスヘ
 ッド型ディーゼル機関 1 基 出力 (連続最大) 6,000PS (175RPM) (常用) 5,100PS (165.7RPM)
 補汽缶 単管式強制貫流型 1 台 発電機 450kVA 3 台 送信機 500W, 300W, 250W, AC 440V 中波
 中短波, 短波 1 台 受信機 3 台 速力 (試運転最大) 18.508kn (満載航海) 16.00kn
 航続距離 15,000浬 船級・区域資格 NK 第3種船 船型 一層甲板船 乗組員 26名
 同型船 第一, 二林兼丸, 玲洋丸 機関部無人化船

貨物船 新 南 丸 北日本汽船株式会社

SHINNAN MARU

株式会社来島どっく宇和島工場建造(第457番船) 起工 43-7-19 進水 43-9-28 竣工 43-11-15
 全長 97.23m 垂線間長 90.00m 型幅 15.60m 型深 7.80m 満載吃水 6.486m
 満載排水量 6,896.0kt 総噸数 2,960.69T 純噸数 1,739.40T 載貨重量 5,259.76kt
 貨物艙容積 (ベール) 6,253.52m³ (グリーン) 6,466.96m³ 艙口数 2 デリックブーム 10t×2 15t×2
 燃料油槽 474.64m³ 燃料消費量 13.14t/day 清水槽 419.32m³ 主機械 三菱 6UD-45型ディーゼル
 機関 1 基 出力 (連続最大) 3,500PS (240RPM) (常用) 2,975PS (227RPM) 補汽缶 コ克蘭コン
 ポジット型 5.0kg/cm² 1 台 発電機 交流自励式 165kVA×445V 60HZ 2 台 送信機 日本無線 500W
 NSD~1600 受信機 日本無線 NSD~1051 NRD~1EL 速力 (試運転最大) 15.930kn (満載航海)
 12.50kn 航続距離 9,700浬 船級・区域資格 NK 近海 船型 凹甲板型船尾機関船 乗組員 24名
 本船は木材運搬設備を有す。





貨物船 豊福神丸 福神汽船株式会社

TOYOFUKUJIN MARU

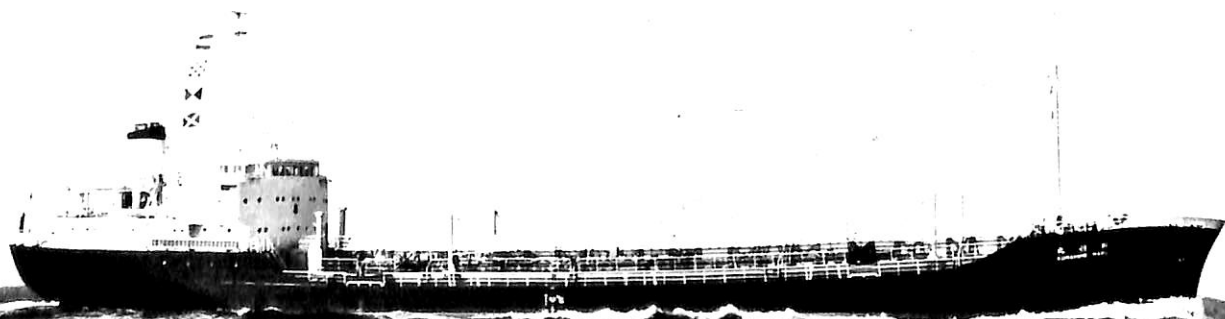
株式会社来島どっく波止浜工場建造(第438番船) 起工 43-5-27 進水 43-9-22 竣工 43-10-31
 全長 119.40m 垂線間長 110.00m 型幅 18.00m 型深 9.00m 満載吃水 7.197m
 満載排水量 10,921.50kt 総噸数 5,210.80T 純噸数 3,435.53T 載貨重量 8,236.23kt
 貨物艙容積 (ベール) 10,887.30m³ (グレーン) 11,432.90m³ 艙口数 3 デリックブーム 20t×5
 燃料油槽 850.68m³ 燃料消費量 16.01t/day 清水槽 490.84m³ 主機械 三菱 6UET 52/90C型デ
 ィーゼル機関 1基 出力 (連続最大) 5,500PS (201RPM) (常用) 5,000PS (195RPM) 補汽缶 コクラ
 ンコンボジット型 5kg/cm²×1台 発電機 交流自動式 230kVA×445V×2台 送信機 日本無線 800W
 NSD~1800L 受信機 日本無線 NRD~1EL NRD~1061 速力 (試運転最大) 16.265kn (満載航海)
 13.00kn 航続距離 7,900浬 船級・区域資格 NK 近海 船型 凹甲板型船尾機関船 乗組員 32名
 本船は木材運搬設備を有す。

— 20 —

糖密油槽船 駒姫丸 萬野汽船株式会社

KOMAHIME MARU

林兼造船株式会社下関造船所建造(第1132番船) 起工 43-7-18 進水 43-9-25 竣工 43-11-29
 全長 93.90m 垂線間長 87.50m 型幅 13.80m 型深 6.55m 満載吃水 5.757m
 満載排水量 5,280kt 総噸数 2,376.12T 純噸数 1,238.79T 載貨重量 3,819.80kt
 貨物油槽容積 4,404.53m³ 主荷油ポンプ 350m³/h 艙口数 8 燃料油槽 647.97m³
 燃料消費量 10t/day 清水槽 90.10m³ 主機械 赤阪 6DH51SS型4サイクル単動トランクピストン型デ
 ィーゼル機関 1基 出力 (連続最大) 3,200PS (225RPM) (常用) 2,720PS (213RPM) 補汽缶 浦賀台
 コーナーチューブボイラー VCM-60B型×1台 発電機 自巳通風防滴横型 AC 150kVA×900rpm 2台
 (西芝電機) 送信機 短波 A₁ 500W 他×1台 受信機 全波シングル, トリプル 各1台
 速力 (試運転最大) 13.825kn (満載航海) 12.50kn 航続距離 8,500浬 船級・区域資格 NK 近海, 第3
 種船 船型 一層甲板船 乗組員 23名





メドラ
輸出油槽船 **MEDORA**

船主 Shell International Marine Ltd. (England)

三菱重工業株式会社長崎造船所建造(第1655番船) 起工 43-4-15 進水 43-7-21 竣工 43-11-29
 全長 325.30m 垂線間長 310.00m 型幅 47.16m 型深 24.50m 満載吃水 18.960m
 満載排水量 237,771Lt 総噸数 (BOT) 105,252.26T 純噸数 74,998.64T 載貨重量 207,332Lt
 貨物油槽容積 247,319.3m³ 主荷油ポンプ 蒸気駆動横渦巻型 油槽口数 15個(1.22mφ) デリックブーム
 10t×2 1t×2 燃料油槽 7,318.3m³ 燃料消費量 142t/day 清水艙 218.6m³ 主機械 三菱長
 崎 MT-300型タービン 1基 出力(連続最大) 28,000PS(85RPM) (常用) 28,000PS(85RPM)
 主汽缶 IHI-FW ESDⅢ型ボイラー 1台(副1台) 蒸気圧力 62kg/cm² 515°C 発電機 AC 440V 750kW
 1台 速力(試運転最大) 16.39kn(満載航海) 16kn 航続距離 15,000浬 船級・区域資格 LR 遠洋
 船型 平甲板船 乗組員 40名 その他 6名 同型船 MEGARA につぐ第2番船。タンク内はロイド
 コロジョンコントロール完全適用による大幅な特殊塗料(タールエポキシ系)施行。外板は外部電源方式による電
 気防食を行なう。タンカーとして最高級の居住区, 機関部自動化, ブリッジコントロー等施行。

オーロラ
輸出撒積貨物船 **AURORA II**

船主 Sotiras Compania Maritima S.A. (Panama)

三井造船株式会社藤永田造船所建造(第138番船) 起工 43-6-20 進水 43-9-11 竣工 43-12-10
 全長 176.60m 垂線間長 168.00m 型幅 23.20m 型深 13.95m 満載吃水 10.039m
 満載排水量 31,929Lt 総噸数 15,352.62T 純噸数 9,772T 載貨重量 25,524Lt
 貨物艙容積(グリーン) 33,863m³ 艙口数 6 デリックブーム 5t×8 10t×4 燃料油槽 1,713.2Lt
 燃料消費量 39.7Lt/day 清水艙 420.3Lt 主機械 浦賀スルザー 7RD76型ディーゼル機関 1基
 出力(連続最大) 11,200PS(122RPM) (常用) 10,080PS(118RPM) 補汽缶 IHI コ克蘭型ボイラー 1基
 発電機 AC 450V, 410kVA 3台 送信機 (主) 中波 300W, 短波 700W 1基, (補) 中波 50W 1基
 受信機 全波 2基 速力(試運転最大) 17.3kn(満載航海) 15.5kn 航続距離 15,000浬
 船級・区域資格 AB 遠洋 船型 四甲板型 乗組員 44名 同型船 MARGARITE (他3隻)
 本船はギリシャ系船主サイラスグループから5隻受注の第5船目。鉄鉱石等の重量貨物の偏積輸送にも耐えるよう設
 計されている。トップサイドタンクを設け撒積倉およびバラストタンクとして兼用できる。



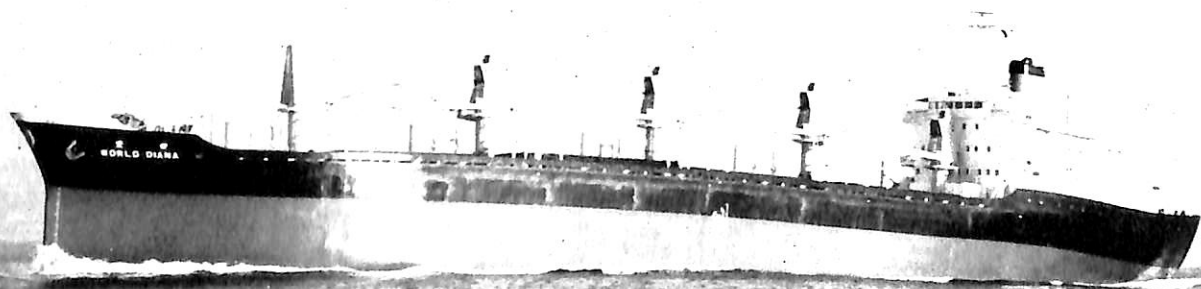


フランス マルムロス
輸出鉱石, 原油, 撒積兼用船 **FRANS MALMROS**

船主 Malmros Rederi AB (Sweden)
 日立造船株式会社因島工場建造(第4147番船)
 全長 265.192m 垂線間長 254.00m 型幅 39.90m 型深 21.00m 満載吃水 15.475m
 満載排水量 130,058Lt 総噸数 60,536.39T 純噸数 41,074.01T 載貨重量 108,183Lt
 貨物艙容積 (グレーン) 119,767.36m³ 貨物油槽容積 119,767.36m³ 主荷油ポンプ 4,000m³/h×12kg/cm²×2
 艙口数 11 デリックブーム 10t×2 燃料油槽 5,408.09m³ 燃料消費量 86.1t/day 清水槽 259.06m³
 主機械 川崎重工, U型二段減速蒸気タービン 1基 出力 (連続最大) 19,000PS(90RPM) (常用) 17,500PS
 (87.5RPM) 主汽缶 二胴水管強圧通風重油専焼式ボイラー 1台 発電機 自動定電圧防滴型 450V 2台
 送信機 中, 短波 主, 補 各1 受信機 中, 短波 主, 補 各1 速力 (試運転最大) 16.636kn (満載航海)
 15.2kn 航続距離 20,100浬 船級・区域資格 NV 遠洋 船型 船首接付平甲板型 乗組員 44名
 同型船 JACOB MALMROS

ワールド ダイアナ
輸出撒積貨物船 **WORLD DIANA**

船主 Liberian Integrity Transports, Inc. (Liberia)
 株式会社大阪造船所建造(第282番船)
 全長 156.390m 垂線間長 146.120m 型幅 22.600m 型深 13.250m 満載吃水 (ext.) 9.792m
 満載排水量 25,373kt 総噸数 11,846.39T 純噸数 7,190T 載貨重量 20,349kt
 貨物艙容積 (バル) 25,159.4m³ (グレーン) 26,010.1m³ 艙口数 5 デッキクレーン 8t×5
 燃料油槽 1,969.3m³ 燃料消費量 約 32t/day 清水槽 310.1m³ 主機械 三井 B&W 762 VT2BF-140
 型ディーゼル機関 1基 出力 (連続最大) 8,400PS (139RPM) (常用) 7,650PS (135RPM) 補汽缶 堅型
 水管式ボイラー 1台, 排ガスボイラー 1台 発電機 AC 445V 60c/s, 387.5 kVA×720RPM×3台
 送信機 1.2kW SSB 受信機 全波スーパーヘテロダイン 速力 (試運転最大) 17.597kn (満載航海) 14.8kn
 航続距離 約 19,530浬 船級・区域資格 LR 遠洋 船型 凹甲板型 乗組員 53名 同型船 RACHEL



フリューム……

船の要求する十分な安定効果を 約束し、各船ごとに 特別に設計された 装置です。



■ 最も安価な装備費用

■ 費用皆無の自動操作

■ 最高の効果

■ 保証された性能

横揺れの抵減は、船体安定技術の注目すべき前進であるフリューム・システムで保証されます。特別に設計されたタンクの中で流体力学的に制御される液体の流れを

離を予定通りに運航できるという恩恵があります。その上、船員の生産性は高まり、乗客にとっては気楽な旅が楽しめることは申すまでもありません。実質的な経済性は、

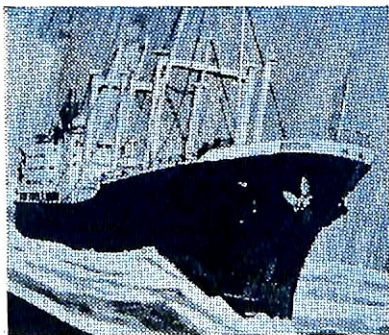
ックの必要なく、最初のわずかな投資と最少限の保守で短時間の中に装着することができます。

フリューム・スタビライゼーション・システムは、ABS、LRS、D NV、その他すべての関係諸機関により全面的に承認されています。

応用したフリューム・システムは、波浪のエネルギーに対して直接に反対作用が働きます。

横揺れについては90%ま

での抵減効果があり、船主にとっては、貨物損傷が少なくなり、可能な限りの最高スピードで最短距



離を予定通りに運航できるという恩恵があります。その上、船員の生産性は高まり、乗客にとっては気楽な旅が楽しめることは申すまでもありません。実質的な経済性は、フリュームがより高度の運航性—航行時間の短縮—をもたらすことにより達成されます。ビルヂ・キールを除去し、海水、真水、カーゴオイル、ディーゼル油等を利用できます。フリューム・システムはドライ・ド

フリュームがより高度の運航性—航行時間の短縮—をもたらすことにより達成されます。

ビルヂ・キールを除去し、

最も有名な横揺れ防止装置



詳細資料請求は下記へ

JOHN J. McMULLEN ASSOCIATES, INC.
NAVAL ARCHITECTS • MARINE ENGINEERS
• CONSULTANTS

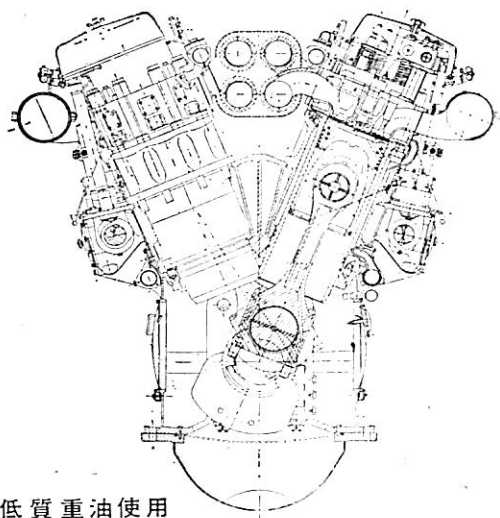
17 Battery Place, New York, N. Y. 10004

国内代理店：極東マック・グレゴリー株式会社

東京都中央区西八丁堀 2-4 大石ビル
Tel 東京 (03) 552-5101

NKK-S.E.M.T.-PIELSTICK

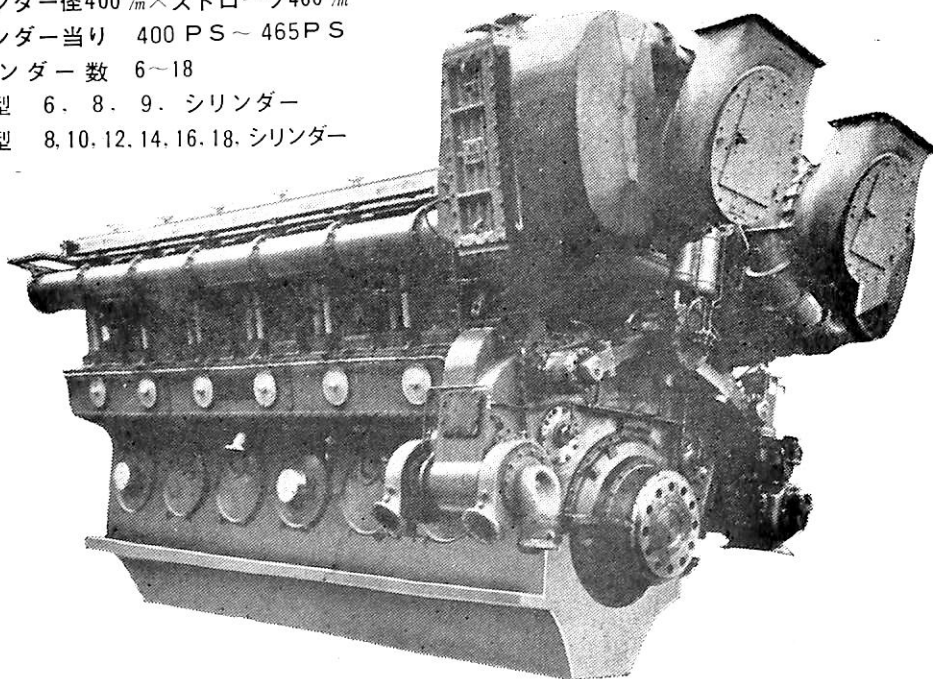
DIESEL ENGINE



- 機関寸法が小さい
- 機関部重量が軽い
- 保守・点検が簡単
- 船体振動が少ない

船用 一般商船・沿岸船・スーパータンカー
艦艇・連絡船・特殊運搬船・作業船等
陸上用 中出力発電 其の他

- 低質重油使用
 - 4サイクル単動
 - シリンダー径 400mm ×ストローク 460mm
 - シリンダー当り 400 PS～465 PS
 - シリンダー数 6～18
- 直立型 6、8、9、シリンダー
V型 8、10、12、14、16、18、シリンダー

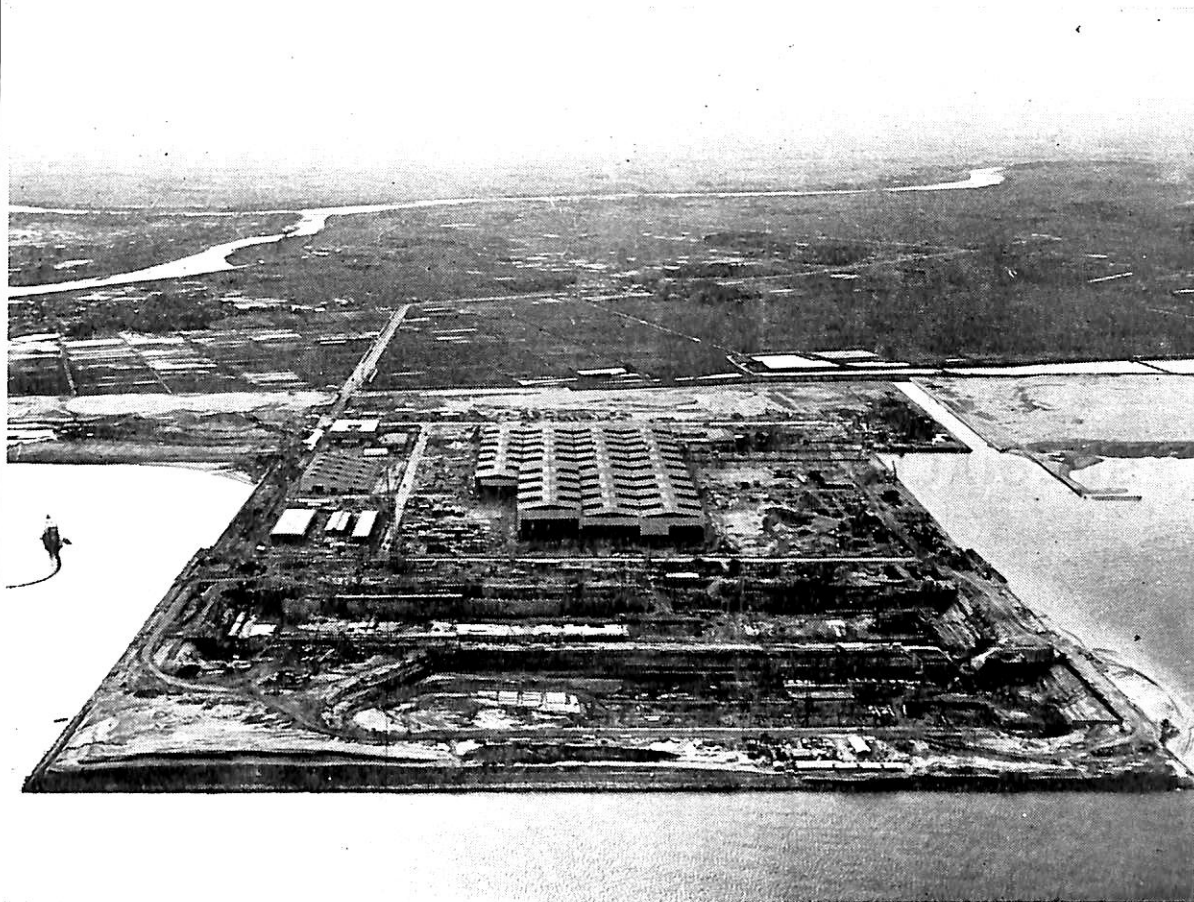


日本鋼管

プラント部機械部

TEL. (255) 7211・7059

世界の船を造る NKK-津造船所



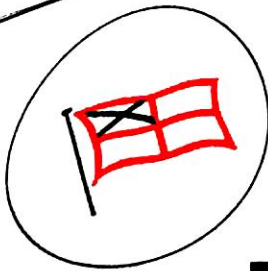
現在、三重県津市伊倉津地先の埋立地に建設を進めている津造船所は、今後ますます増大を予想される超大型船の需要にそなえて計画されたものであります。

これが完成しますと、50万重量トン級の超大型船も建造可能な世界最大の規模のものとなり、作業能率の上からも、また設備その他についてもわが国造船界に新時代を画す最新鋭の造船所になります。



日本鋼管

東京・神田須田町 ☎255-7211



DODWELL Chartering

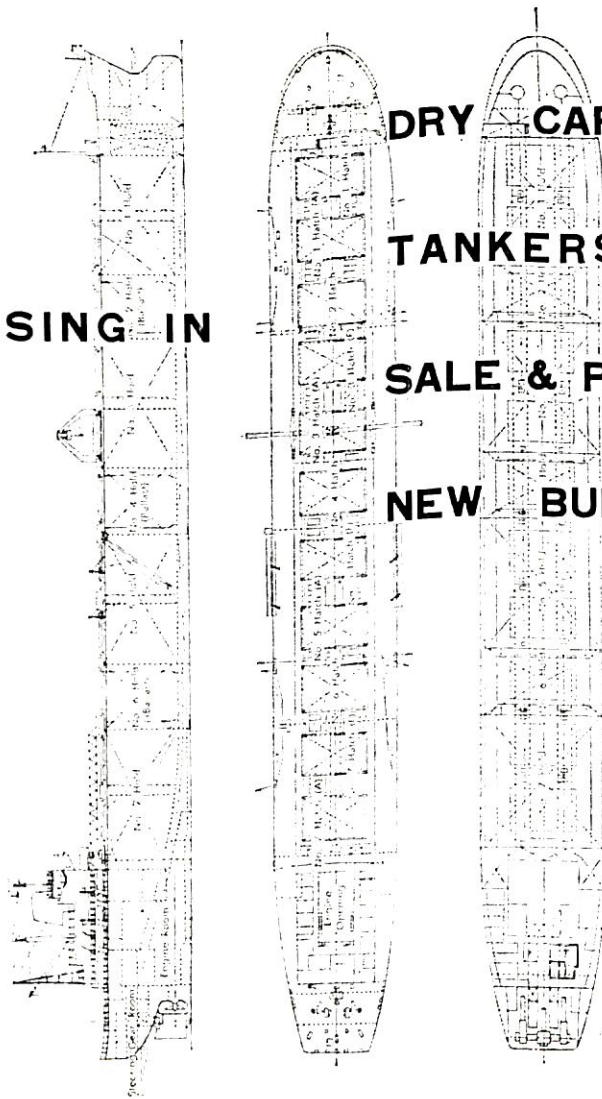
SPECIALISING IN

DRY CARGO

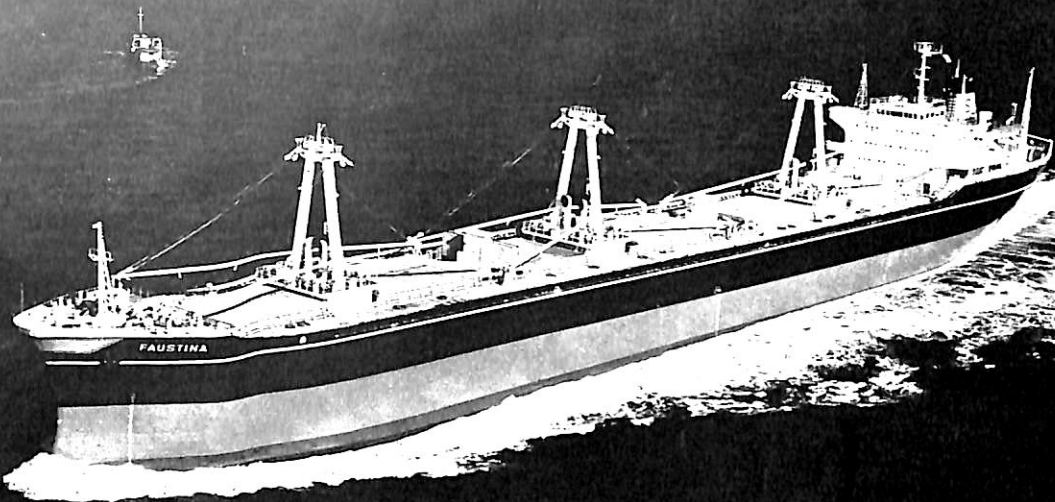
TANKERS

SALE & PURCHASE

NEW BUILDING



Mail : C. P. O. Box 297, Tokyo, Japan
Office : Togin Bldg., 2, 1-chome, Marunouchi, Chiyoda-ku, Tokyo
Telephone : 211-2141 Direct 211-4683, 6569
Cables : Dodwell Tokyo
Telex : International TK-2274, TK-2602 Domestic TOK 222-2842

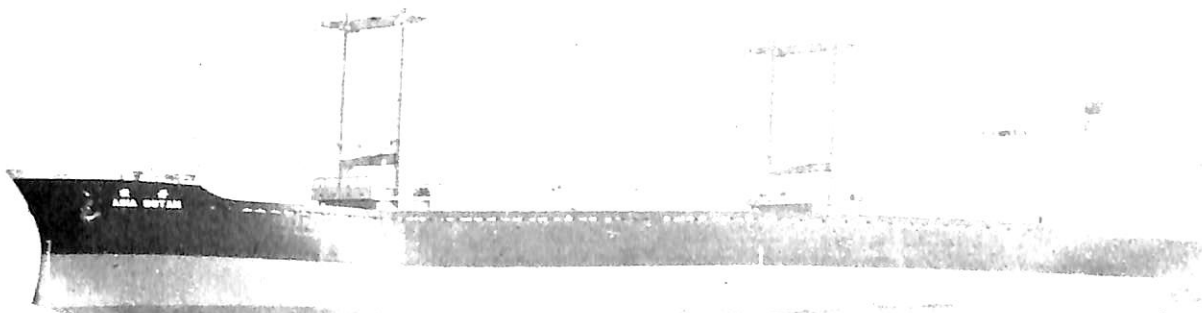


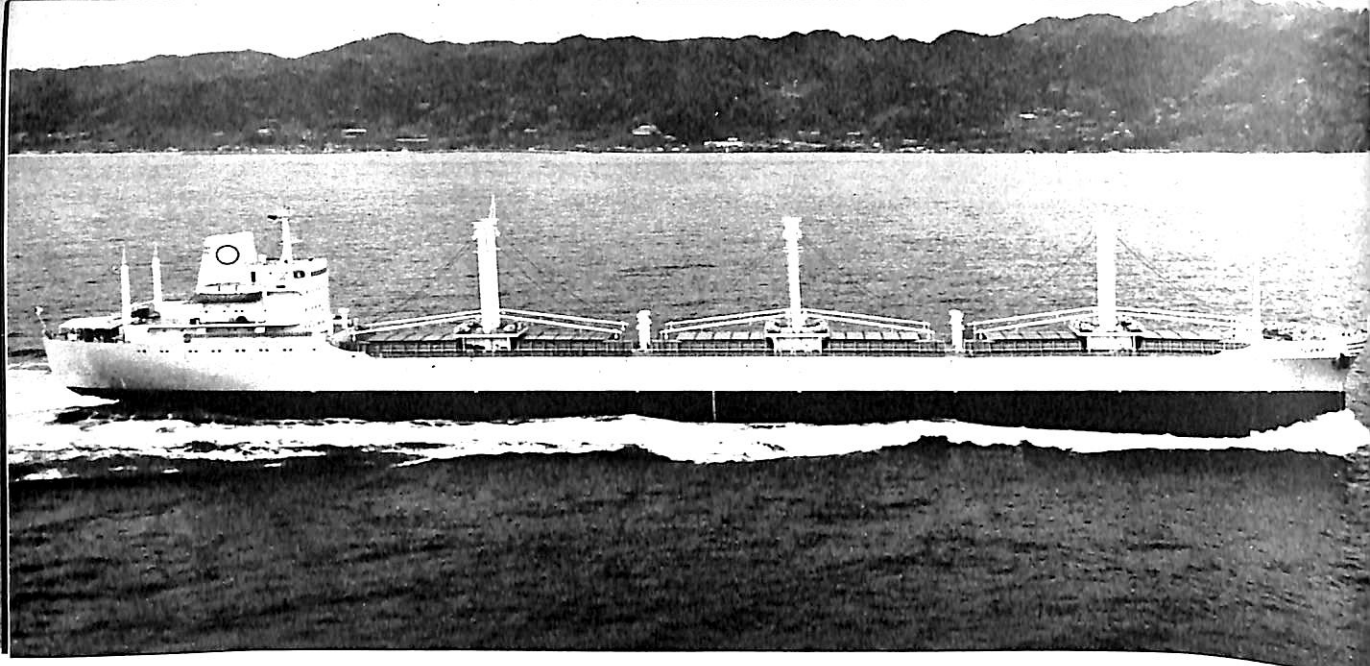
ファウスティーナ
輸出撒積貨物船 **FAUSTINA**

船主 West Coast Shipping Co., Ltd. (Liberia)
 佐野安船渠株式会社建造(第267番船) 起工 43-7-19 進水 43-10-19 竣工 43-12-12
 全長 176.08m 垂線間長 168.25m 型幅 22.86m 型深 14.80m 満載吃水(型) 10.61m
 満載排水量 34,405.0kt 総噸数 16,158.16T 純噸数 10,541.80T 載貨重量 27,803.9kt
 貨物艙容積 (グリーン) 37,248.1m³ 艙口数 6 デリックブーム 10t×12 燃料油槽 1,752.8m³
 燃料消費量 41.9t/day 清水艙 405.4m³ 主機械 三井 B&W774VT2BF-160型ディーゼル機関 1基
 出力 (連続最大) 11,500PS (119RPM) (常用) 10,500PS (115RPM) 補汽倍 1.2t/h 7kg/cm²G 1台
 発電機 ディーゼル駆動 AC 445V 350kVA 3台 送信機 中短波 500W 1台 受信機 全波 2台
 速力 (試運転最大) 18.21kn (満載航海) 15.4kn 航続距離 14,500浬 船級・区域資格 BV 遠洋
 船型 四甲板型 乗組員 44名

エイシアン ボタン
輸出撒積貨物船 **ASIA BOTAN**

船主 Liberian Candour Transport Inc. (Liberia)
 株式会社大阪造船所建造(第277番船) 起工 43-7-4 進水 43-9-5 竣工 43-11-8
 全長 155.040m 垂線間長 146.000m 型幅 22.800m 型深 12.500m 満載吃水 (ext.) 8.944m
 満載排水量 23,219kt 総噸数 10,267.98T 純噸数 6,433T 載貨重量 18,523kt
 貨物艙容積 (ベール) 22,003m³ (グリーン) 22,627m³ 艙口数 4 デリックブーム 22t×4
 燃料油槽 1,534.1m³ 燃料消費量 29.20t/day 清水槽 382.8m³ 主機械 IHI スルザー 7RD68型
 ディーゼル機関 1基 出力 (連続最大) 8,400PS (135RPM) (常用) 7,560PS (130RPM) 補汽倍 コクラ
 ン倍 1台 発電機 AC 445V×60c/s×320kVA×720rpm×3台 送信機 HF: A₁ 200W A₂ 500W
 MF: A₁ 1,000W A₃ 1000W 1台 受信機 全波 2台 速力 (試運転最大) 18.724kn (満載航海) 15.3kn
 航続距離 16,150浬 船級・区域資格 LR 遠洋 船型 四甲板型 乗組員 36名 同型船 ASIA
 RINDO, ASIA MOMO





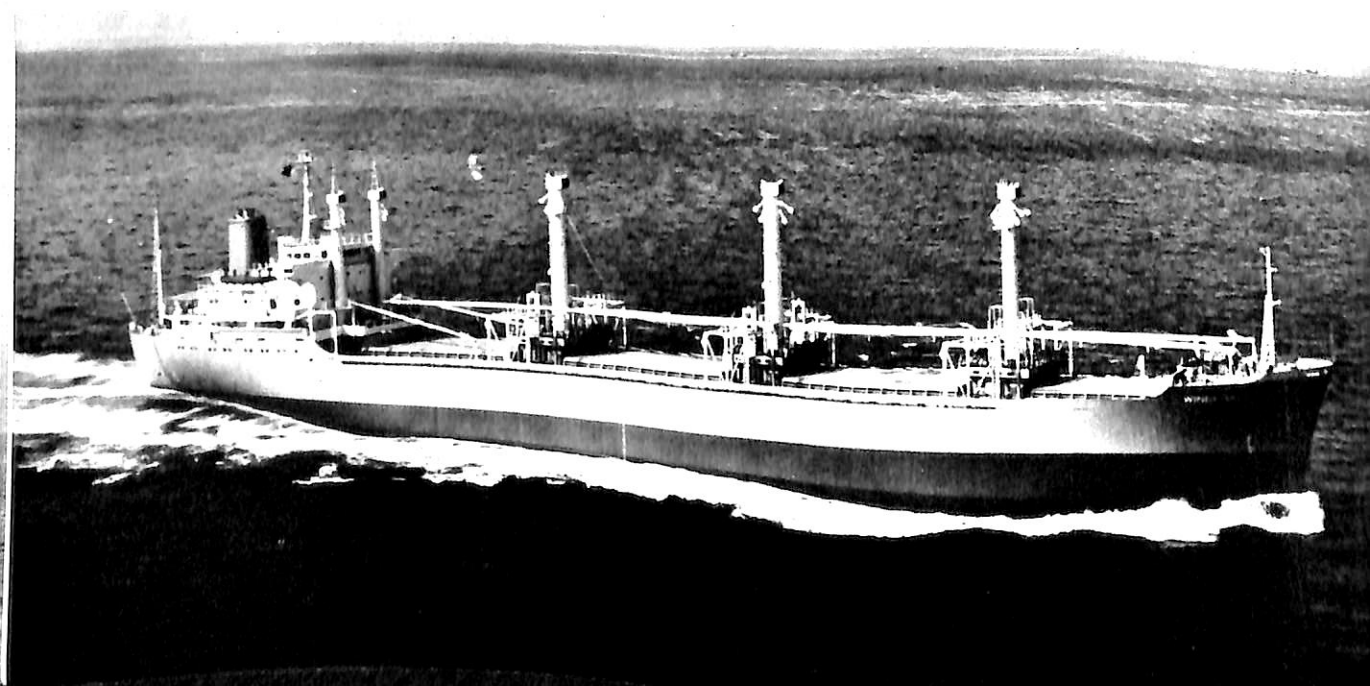
ジョアナ
輸出撤積貨物船 JOANA

船主 Regina Sea Transport Corp., S. A. (Liberia)
 三井造船株式会社藤永田造船所建造(第143番船) 起工 43-7-9 進水 43-9-26 竣工 44-1-9
 全長 178.00m 垂線間長 168.00m 型幅 22.86m 型深 14.10m 満載吃水 10.550m
 満載排水量 33,289Lt 総噸数 15,868.85T 純噸数 10,478T 載貨重量 27,059Lt
 貨物箱容積 (グリーン) 35,120.3m³ 艙口数 6 デリックブーム 5Lt×12 燃料油槽 1,932.9Lt
 燃料消費量 32.6Lt/day 清水艙 569.5Lt 主機機 IHI スルザー 6RD76型ディーゼル機関 1基
 出力 (連続最大) 9,600PS (119RPM) (常用) 8,160PS (113RPM) 補汽缶 舶用緊型構煙管式ボイラー 1基
 排ガスヒーター 1台 発電機 AC 450V, 60c/s, 375kVA 3台 送信機 (主) MF 150W, IMF 100W
 HF 600W 1台, (補) MF 100W 1台 受信機 全波 2台 速力 (試運転最大) 16.98kn (満載航海)
 14.5kn 航続距離 19,000浬 船級・区域資格 AB, 遠洋 船型 四甲板型 乗組員 43名
 本船は米国・カナダ間のセントローレンス水路航行し得る最大船型, トップサイドタンクを設け, 撤積貨物倉および
 バラストタンクとして兼用できる。

— 28 —

ウインドフォード
輸出撤積貨物船 WINDFORD

船主 Windsor Co., Ltd. (Liberia)
 佐野安船渠株式会社建造(第274番船) 起工 43-6-14 進水 43-9-5 竣工 43-10-23
 全長 143.71m 垂線間長 136.10m 型幅 21.80m 型深 12.10m 満載吃水 9.038m
 満載排水量 20,867.1kt 総噸数 9,745.13T 純噸数 6,515T 載貨重量 16,557.6kt
 貨物箱容積 (ベール) 19,737.7m³ (グリーン) 20,441.8m³ 艙口数 4 デリックブーム 10t×8, 15t×3
 燃料油槽 1,276.6m³ 燃料消費量 26.3t/day 清水艙 451.8m³ 主機機 川崎 MAN K6Z 70/120C型
 ディーゼル機関 1基 出力 (連続最大) 7,200PS (135RPM) (常用) 6,480PS (130RPM) 補汽缶 コク
 ラン型コンボジット缶 1基 発電機 AC 445V 275kVA 3基 送信機 (主) 500W×1 (補) 50W×1
 受信機 全波×2 速力 (試運転最大) 17.55kn (満載航海) 14.5kn 航続距離 15,500浬
 船級・区域資格 AB 遠洋 船型 四甲板船尾機関型 乗組員 44名



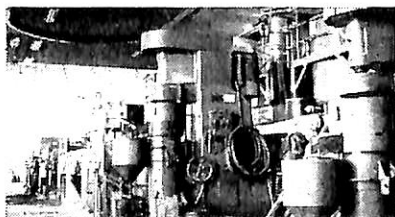
船主 Victrix Steamship Company S.A. (Panama)
 浦賀重工業株式会社浦賀造船工場建造(第898番船)
 起工 43-5-27 進水 43-8-19 竣工 43-11-27
 全長 235.00m 垂線間長 223.00m 型幅 31.80m
 型深 18.00m 満載吃水 12.689m 総噸数 35,191T
 純噸数 26,790T 載貨重量 62,334Lt
 貨物艙容積 (グレーン) 2,877,251ft³ 艙口数 7
 燃料油槽 3,158.9Lt 燃料消費量 161g/PS/h
 清水槽 446.4Lt 主機械 浦賀スルザー 10RD76型
 ディーゼル機関1基 出力 (連続最大) 16,000PS
 (122RPM) (常用) 14,400PS(118RPM) 補汽缶 重
 油焚コーナーチューブボイラー 2,000kg/h 1台
 発電機 浦賀スルザー8BAH22ディーゼル駆動340kW
 AC 450V, 3台 送受信機 SAIT型 "P-2"
 速力 (試運転最大) 17.3kn (満載航海) 15.9kn
 船級・区域資格 LR 遠洋 船型 平甲板型船
 乗組員 50名 同型船 PLOTO



Chugoku Marine Paints, Ltd.

50年の伝統
優れた技術

優秀な製品を世界のすみずみまでをモットー
に常に研究と努力を惜しまず奉仕しています。



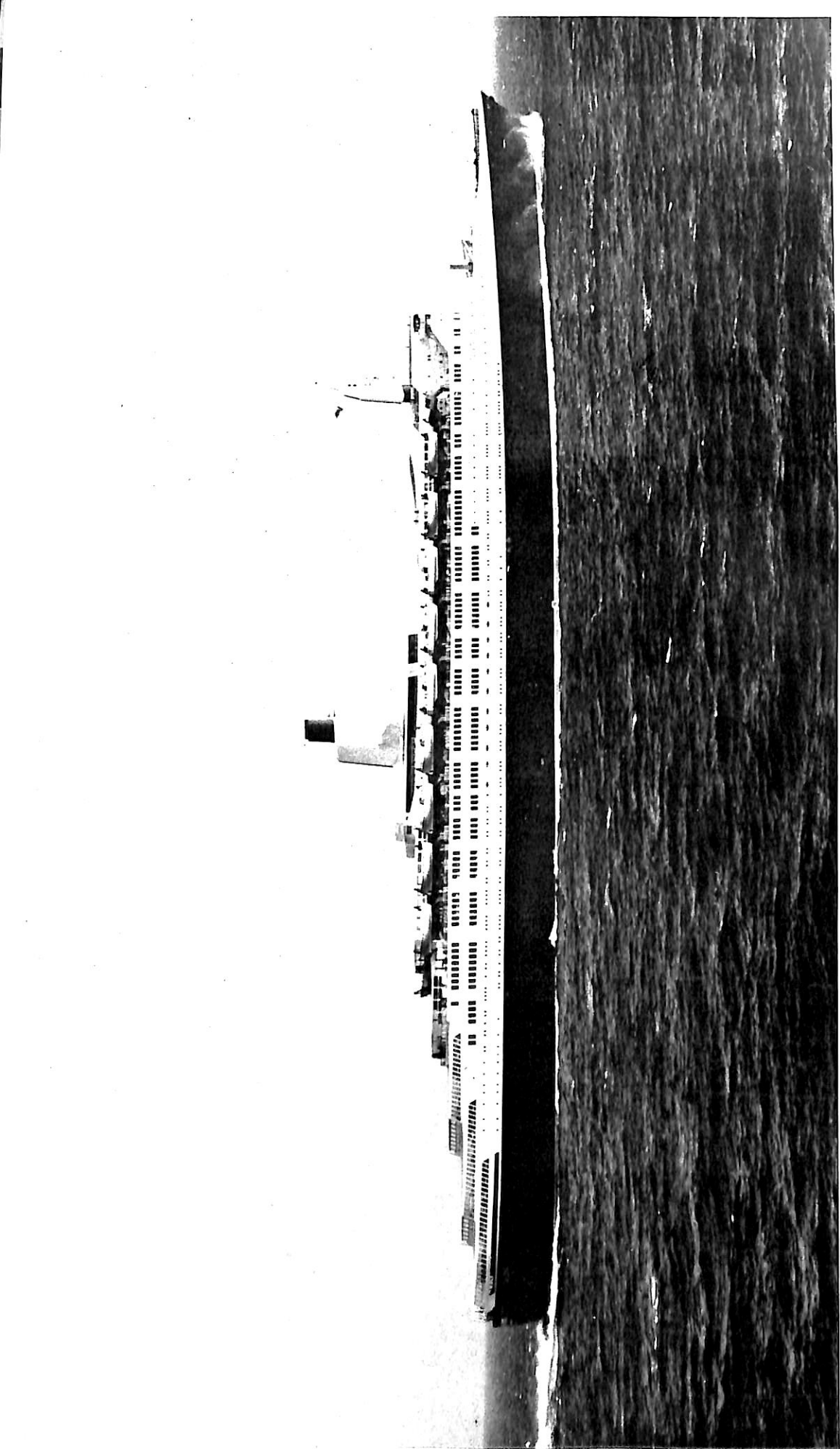
代表製品

ビスコン・ラバックス
 エバボンド・エバマリン
 アルガAF・グラールハード
 マーブラック



中国塗料株式会社

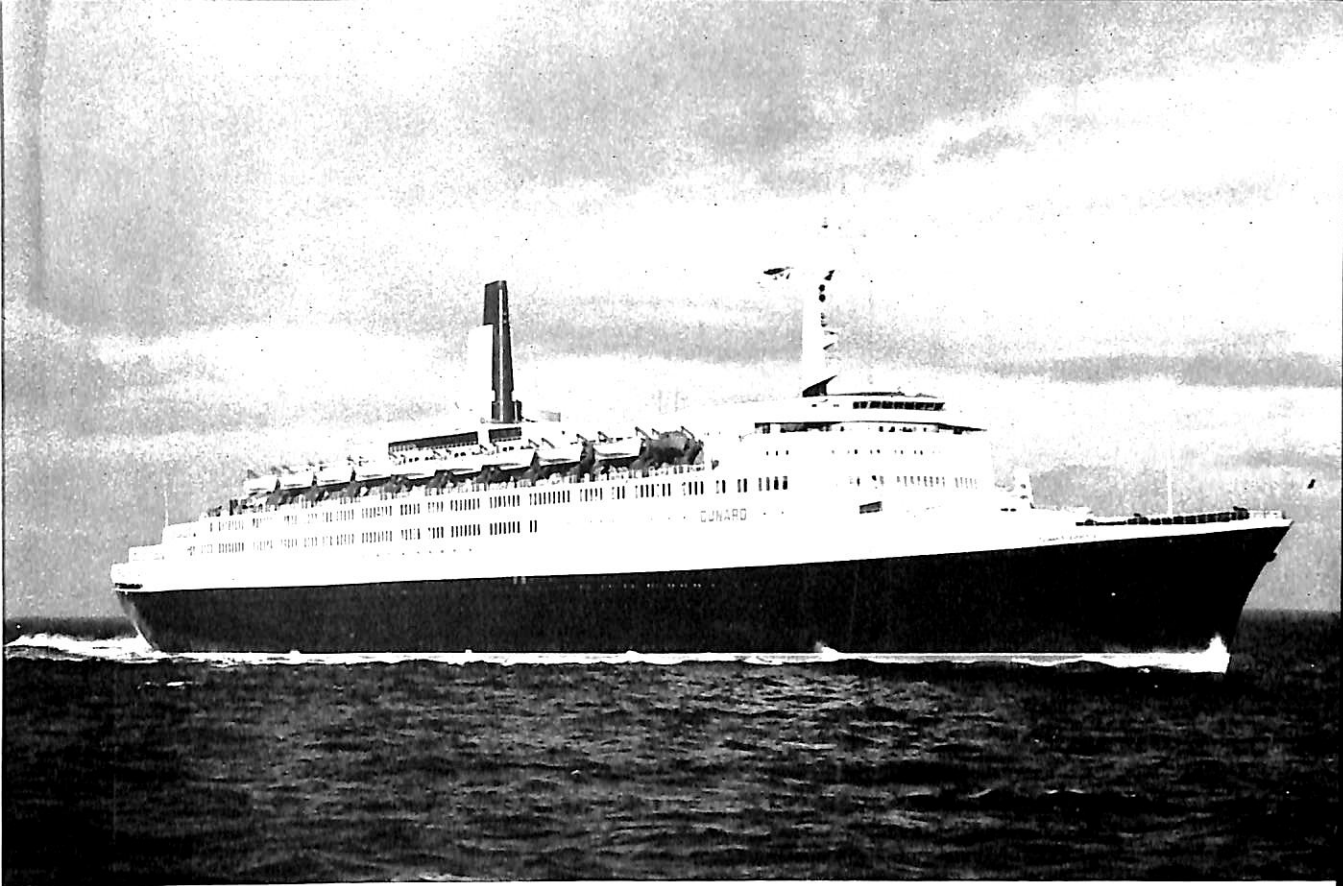
本社 広島市吉島東1丁目15番2号
 工場 広島市・滋賀県野洲町
 支店等 東京、大阪、広島、福岡、札幌、京橋、横浜、名古屋、神戸、高松、尾道、長崎



Profile on her trial seens

S S QUEEN ELIZABETH 2 PREVIEW

速水育三氏提供



↑ Profile

S S QUEEN ELIZABETH 2

↓ Front view

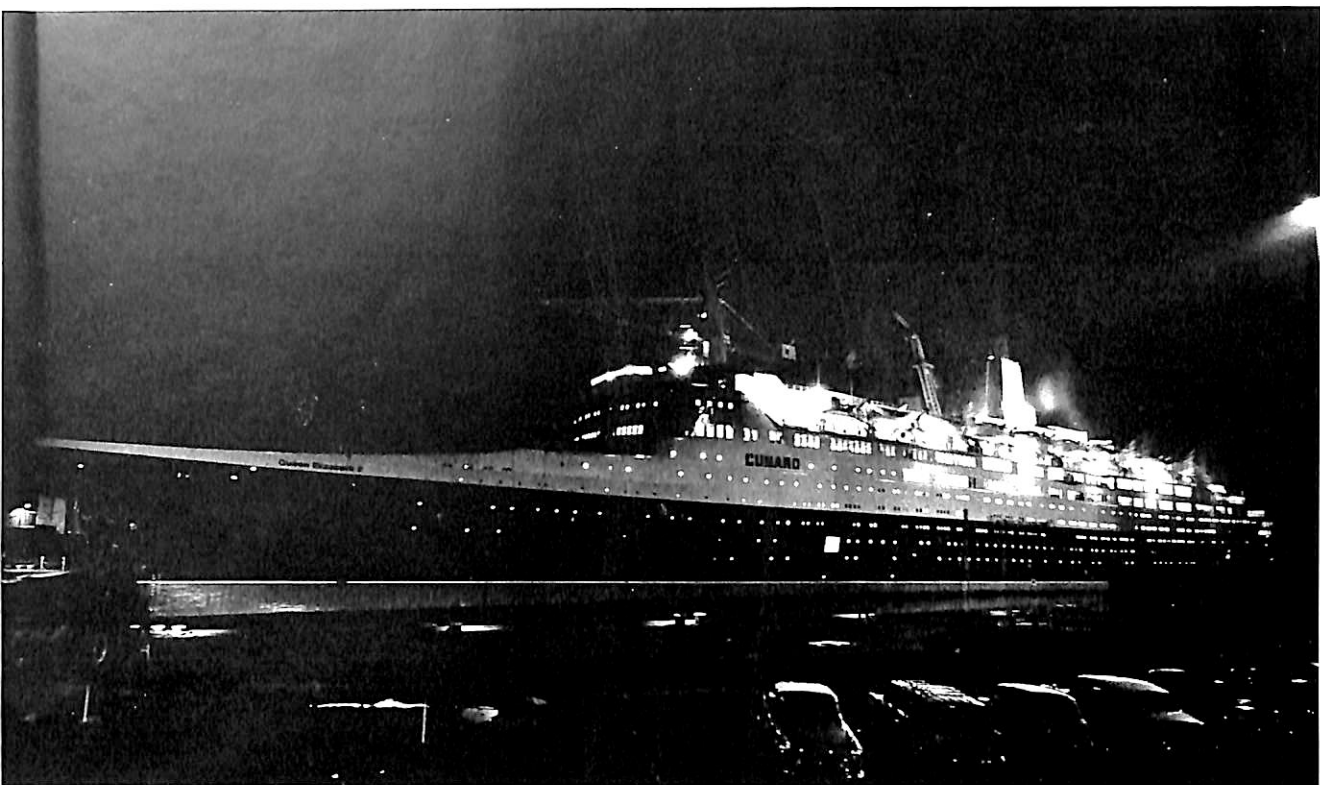
— 31 —





Aft view

S S QUEEN ELIZABETH 2
PREVIEW



Night view at Greenock dry dock

SS QUEEN ELIZABETH 2

の試運転

速水育三

Cunardの返信に基づき、12月号で QUEEN ELIZABETH 2 (65,000総トン)の公試運転に関するショットを速報する予定であったが、資料の到着が間に合わず、1月号で紹介することとなった。

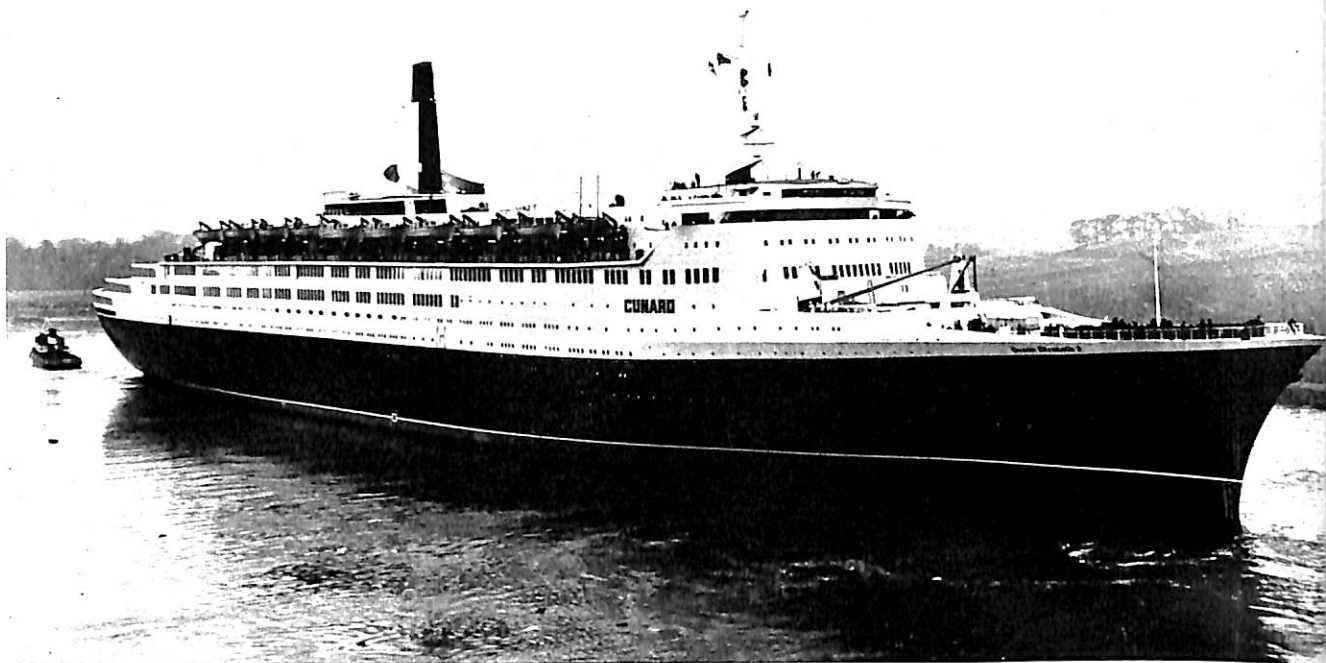
第1回の内容は ClydebankのJohn Brown 造船所を発し、公試に備えて Greenock のドックにはいるまでを含み、第2回の航路便はトライナルの鮮明な写真だけを取ってあったが、その結果については全然言及していない。同村の手紙によると、ヴァルヴの一部に欠陥があったらしく、油が給水系統に漏出したため急遽運転を打ち切り、Greenock で入渠、修理期間は約2週間の見込みという。

第2次大戦勃発の翌年、QUEEN ELIZABETH は武装未完のまま突如 Clyde 河を下り、海に軽く足置らしを試みたのみで北大西洋に消えた。英海軍の命令を受けた Cunard 社ではあったが、John Brown 造船所のゆがみ自信に支えられなければ、83,000 総トンの巨体を連日30ノット以上の高速で New York まで走りせよ計画は履行できなかつたに違いないと推測したものである。

巨艦の試運転中に発見された不測の事故は、現下の英造船企業から露呈された技術的水準の一例とならぬことを祈念してやまない。



Bow view taken immediately after entering the dry dock



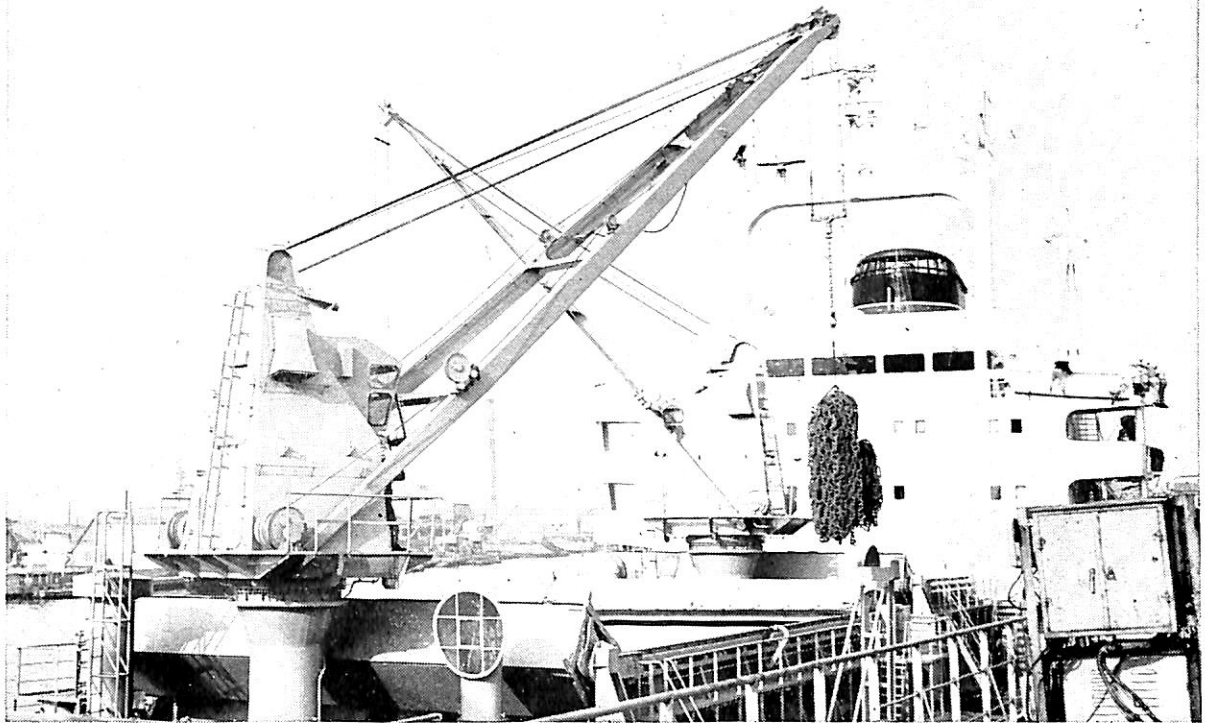
View going down the Clyde to her
dry dock at Greenock



View going near to enter the dry dock

S S QUEEN ELIZABETH 2 PREVIEW

ベーンタイプ中圧ポンプ・モータを装備した高性能機



■ IHIデッキクレーンの採用による利点

- ① スポットングアビリテーがよいので船内での荷役の水平移動が少なくてよく、荷役能率も大巾に増えます。
- ② クレーンはその最大荷重まで安全に取扱えます。
- ③ はん雑な荷役装置は一切不要であり、運転が簡単で荷役開始作業、格納作業が容易に行なうことができます。
- ④ 甲板上の据付機装が簡単であり、甲板上の構造物は非常に簡素になります。
- ⑤ 水平引込式ですから荷役作業が安全じん速であり、消費電力が少なくてすみす。
- ⑥ 巻上、旋回、引込にブレーキが設けられ、また各種安全装置を取付けてあるので安全に操作できます。
- ⑦ 360°旋回稼働ができます。
- ⑧ 運転者の視界がよいのはもちろん、船橋からの視界も極めて良好です。
- ⑨ ワイヤドラムが溝付一重巻きのため、ワイヤロープの寿命が長くなります。

■ IHI電動中油圧式デッキクレーンの特長

- ① 油圧ポンプ・モータにはIHI開発による高性能の中圧(油圧70kg/cm²)ベーンタイプのポンプモータを使用します。これらを合理的に直列に油圧回路に入れることにより経済的な油圧の使用が可能となり、荷重の大きさによっては三動作同時運転の能力を発揮します。
- ② 巻上速度は荷重に比例して自動的に3段階の速度を選びますので合理的な荷役ができます。
- ③ 急激な負荷の変動に応じ得るとともに過負荷に対しては油圧式安全弁がはたらいて衝撃を吸収し機器・構造物が保護されています。
- ④ 電動機に直結した油圧ポンプの起動慣性が非常に小さいので起動電流が少なくなり、発電機容量を合理的にすることが出来ます。
- ⑤ オイルポンプ、オイルモータをはじめ機器部品数が少なく、配管もシンプルなので保守点検が極めて容易です。
- ⑥ 主要機器はすべてクレーンハウジング内に配置されており、風雨海水に対する保護は完全、そのうえ運転室はキャビンになっているので運転者は天候に左右されることがありません。

IHI 電動中油圧式 デッキクレーン

石川島播磨重互

■ お問い合わせは営業部またはもよりの営業所へ

船用標準運搬機械営業部
東京都千代田区大手町2丁目4番地

電話東京(03)270-9111

大 阪(06) 251-7871
千 葉(0472) 27-2016
広 島(0822) 28-2486

札 幌(0122) 22-8121
横 浜(045) 68-5985
徳 山(0834) 2-2675

仙 台(0222) 25-7861
名 古 屋(052) 561-6341
高 松(0878) 21-5160

新 潟(0252) 45-0261
神 戸(078) 33-3221
福 岡(092) 75-3607

富 山(0764) 41-4808
福 山(0849) 3-5998
八 幡(093) 68-9331

船齢を延ばす …… 塗る亜鉛メッキ

Dimetcote

ダイメットコート®



日本における最初のコンテナ船(MATSON社向)コンテナ、クレーン、船体貨油タンク内に対し Dimetcote および Amercoat 塗料施工

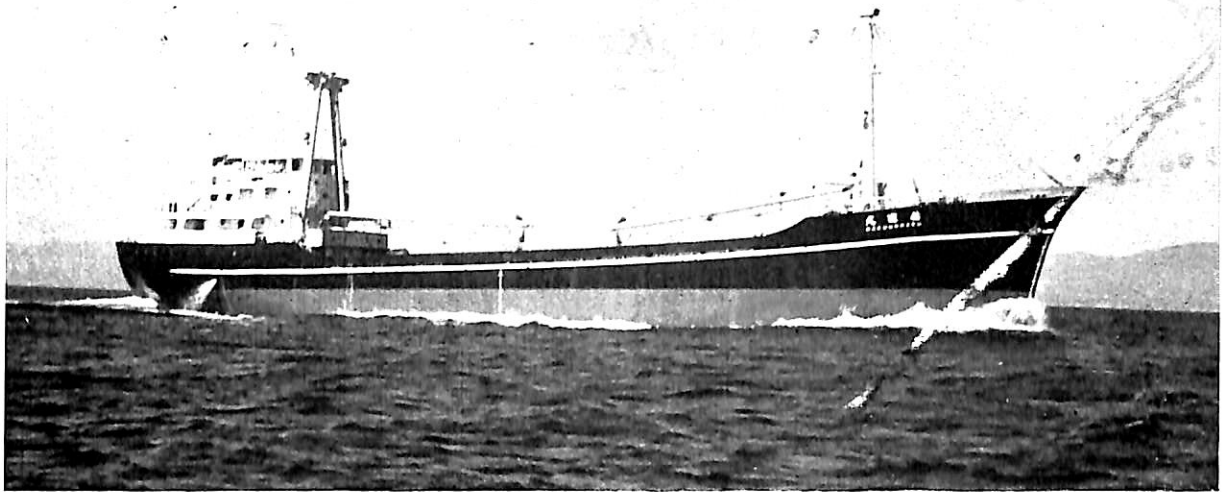
米国アマコート会社 日本総代理店

本社：横浜市中区尾上町5の80
電話：横浜(681)4021～3(641)8521～2
テレックス：3822-253 INOUYE YOK

株式
会社

井上商会
井上正一

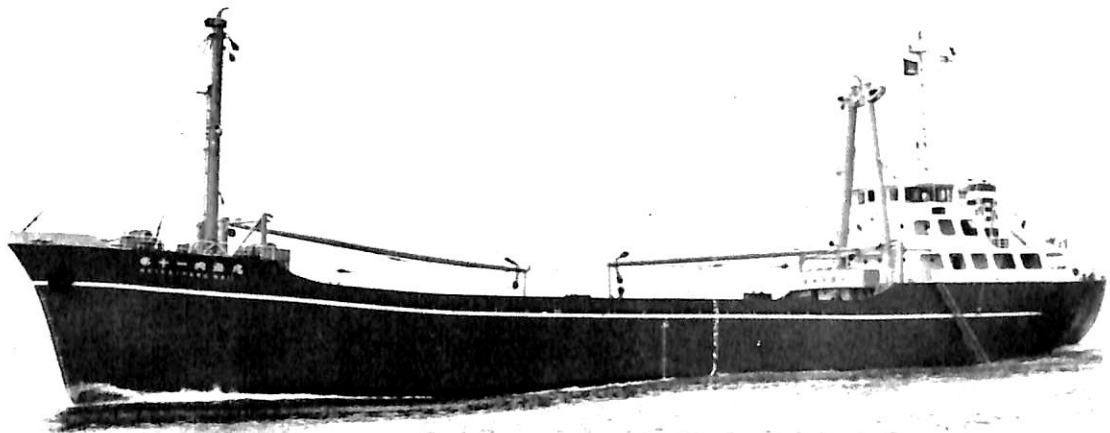
工場：横浜市保土ヶ谷区今宿町
電話(951) 1271～2



貨物船 伯 運 丸
HAKUUN MARU

船舶整備公団
伯運汽船株式会社

渡辺造船株式会社建造 (第91番船) 起工 43-6-10 進水 43-8-22 竣工 43-9-1
 全長 72.90m 垂線間長 66.80m 型幅 11.00m 型深 5.60m 満載吃水 5.095m
 満載排水量 2,905kt 総噸数 995.62T 純噸数 635.54T 載貨重量 2,200.83kt
 貨物艙容積 (ベール) 2,194.078 m³ (グリーン) 2,453.904 m³ 艙口数 1 デリックブーム
 10 t × 2 燃料油槽 142.05 m³ 燃料消費量 5.8t/day 清水艙 60.20 m³ 主機械
 瀬田鉄工所製 FSHC-638型 ディーゼル機関 1基 出力 (連続最大) 1,600 PS (320R PM)
 (常用) 1,360 PS (303R PM) 補汽缶 クレイトン RHOB-30型 ボイラー 1台
 発電機 AC 445V × 80kVA 2台 SSB 無線電話 1式 速力 (試運転最大) 13.462kn
 (満載航海) 11.5kn 航続距離 4,000哩 船級・区域資格 JG 国際沿海 船型 凹甲板型
 乗組員 12名 同型船 第八敷島丸



貨物船 第十一内海丸
NAIKAI MARU No.11

船舶整備公団
内海汽船株式会社

渡辺造船株式会社建造 (第97番船) 起工 43-4-3 進水 43-6-8 竣工 43-6-15
 全長 71.10m 垂線間長 65.00m 型幅 11.00m 型深 5.60m 満載吃水 5.085m
 満載排水量 2,850kt 総噸数 989.41T 純噸数 614.81T 載貨重量 2,143kt 貨物艙容積
 (ベール) 2,175 m³ (グリーン) 2,432 m³ 艙口数 1 デリックブーム 10 t × 2 燃料油槽
 110 m³ 清水艙 56 m³ 主機械 瀬田鉄工所製 MSHC 638型 ディーゼル機関 1基
 出力 (連続最大) 1,400PS (330R PM) (常用) 1,190PS (313R PM) 補汽缶 田熊汽缶
 RHOB 30型 1基 発電機 AC 445V × 100kVA × 2台 速力 (試運転最大) 13.457kn
 (満載航海) 13.017kn 航続距離 4,000哩 船級・区域資格 JG 沿海 船型 船尾機関型
 乗組員 12名

光学技術が開発した画期的な銘板素材!!

メタル・フォト

METAL PHOTO

半永久的に使える、すべてのプレートがメタルフォトに変わりつつあります

メタルフォトとは

画期的な製品で、特に雨露・直射日光・海水などにさらされる特殊な分野・船舶などでは、その驚異的な耐久性が実証され、アメリカでは、アナポリス海軍技術試験所の厳重な試験結果から、艦船の耐用年数と同等の耐久性を認められ、今後新造される艦船の標示板類はすべてメタルフォトが指定資材になっております。

この性能

耐光性——直射日光に長時間さらしても褪色しない
耐熱性——摂氏500度以上になっても影像是安全である
硬度——陽極皮膜固有の硬度に変化がないから引かき、裂傷、剥離、摩擦などによる損傷のおそれはまったくない
汚染・浸蝕——水分・塩霧その他による汚染・浸蝕やカビなどの心配はなく、有機溶剤・油脂にも浸されない
伸縮——紙のように伸縮することがないから正確を要する用途には最適である
解像力——非常にすぐれている

簡便さ

メタルフォトの印画処理工程は、普通の写真印画紙とほとんど同様に現像・定着・調色を行ない、そのちにアルマイト封孔処理を行ないます。

用途例

- 工業用
 - 船舶機
 - 航空機
 - 車両
 - 屋外標識
 - ネームプレート
 - 無伸縮応用
- 一般用
 - 写真印画用
 - 屋内標識
 - 著名品
 - 記念品
 - 記宣品
 - 伝品
 - 服飾品



メタル化成株式会社

東京都港区高輪2丁目20番27号(日東ビル)〒108
 電話 03(443)3424~8

抜群の耐摩耗性材質

ユ-バルロイ

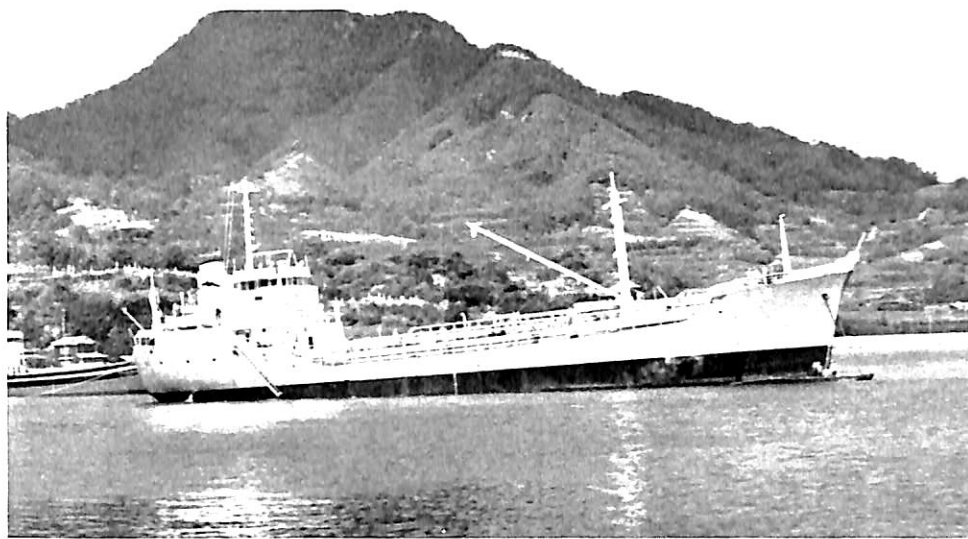
UBALLOY

ユーバロイは、船舶の主機、中大型ディーゼル機関用として開発したもので、その安定した耐摩耗性と耐折損性は業界でも定評のあるところ。この材質は、高温還元溶解と、強制脱酸とにより精選した溶湯を、ピストンリングカーブ状の筒型に铸造した材質です。



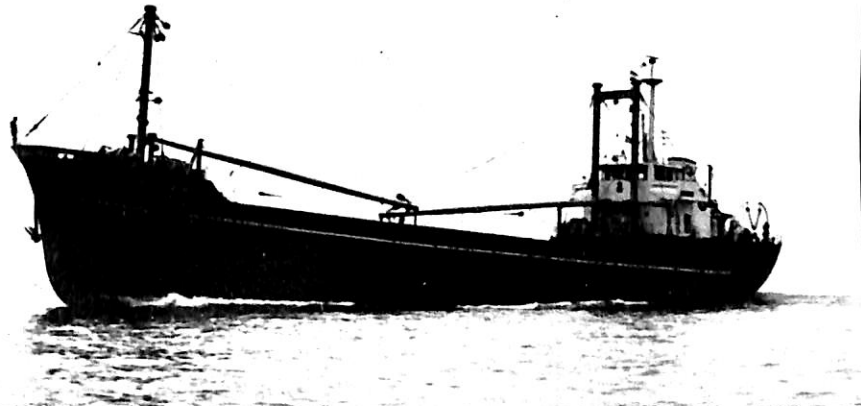
日本ピストンリング株式会社

渡辺造船株式会社建造 (第87番船)
 起工 43-4-5 進水 43-6-10
 竣工 43-6-17 全長 70.80m
 垂線間長 65.00m 型幅 10.40m
 型深 5.50m 満載吃水 4.975m
 満載排水量 2,530kt 総噸数
 1,125.77T 純噸数 688.02T
 載貨重量 1,867.56kt 貨物油槽容積
 2,351.139kl 主荷油ポンプ 500 m³/h
 ×70m×2 デリックブーム 3t×1
 燃料油槽 230.29 m³ 燃料消費量
 5.59t/day 清水船 59.3 m³ 主機械
 ダイハツディーゼル 6 PSHTCM-
 26DF型 ディーゼル機関 2基
 出力(連続最大)750 P S × 2 (720/266
 R P M) (常用) 637.5 P S × 2 (680/
 252 R P M) 補汽缶 クレイトン
 R H O-175型 1基 発電機 A C
 225V×60kVA 2台 送信機 250W,
 75W 各1台 受信機 全波1台
 速力(試運転最大) 12.313kn (満
 載航海) 11.7kn 航続距離 10,000哩
 船級・区域資格 NK遠洋 船型
 四甲板型 乗組員19名



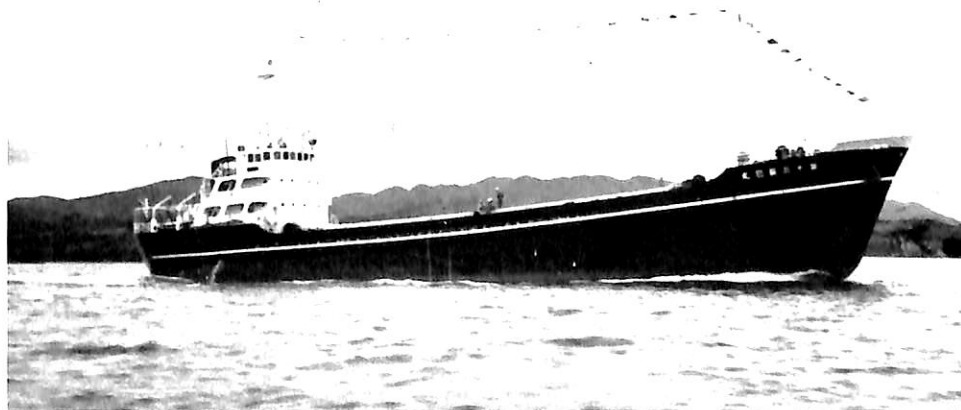
油 槽 船 洋 進 丸 大和海運株式会社
 YOSHIN MARU

松垣造船株式会社建造 (第88番船)
 起工 43-7-4 進水 43-8-31
 竣工 43-9-15 全長 64.17m
 垂線間長 59.00m 型幅 9.80m
 型深 5.00m 満載吃水 4.553m
 満載排水量 1,976kt 総噸数 699.49T
 純噸数 423.12T 載貨重量
 1,495kt 貨物船容積(ベール)
 1,426.22 m³ (グレーン) 1,629.42 m³
 船口数 (29.7m×5.4m) デリックブ
 ーム 7t×2 燃料油槽 166.338
 m³ 燃料消費量 3.95t/day 清水船
 39.796 m³ 主機械 阪神内燃機製
 整形4サイクル車動自己逆転過給機空
 気冷却器付ディーゼル機関1基 出力
 (連続最大) 1,250 P S (320 R P M)
 (常用) 937.5 P S (290 R P M)
 発電機 A C 225V×60kVA 2台
 A C 225V×25kVA 1台 SSB 10
 W 1式 速力(試運転最大) 13.129
 kn (満載航海) 12.615kn 航続距離
 10,800哩 船級・区域資格 J G
 沿海 船型 四甲板型 乗組員 10
 名 同型船 第三明栄丸, 好洋丸
 オートパイロット, ジャイロコンパス,
 鋼製ハッチカバー, 荷役 電動油圧式



貨 物 船 第 二 海 安 丸 海安海運株式会社
 KAIAN MARU No.2

太平洋工業株式会社安芸津造船所建造
 (第226番船) 起工 43-7-11
 進水 43-8-24 竣工 43-10-4
 全長 65.618m 垂線間長 60.00m
 型幅 10.00m 型深 5.10m
 満載吃水 4.482m 満載排水量
 1,990kt 総噸数 845.42T 純噸数
 297.22T 載貨重量 1,431.16kt
 貨物船容積(グレーン) 1,087.20 m³
 船口数 1 デリックブーム 0.9
 t×1 燃料油槽 35.92 m³
 燃料消費量 166g P S · h 清水船
 14.85 m³ 主機械 顧田鉄工所製形
 型4サイクル車動 ESLHC 633型
 ディーゼル機関 1基 出力
 (連続最大) 1,375 P S (351 R P M)
 (常用) 1,250 P S (340 R P M)
 発電機 交流自励式 120kVA 2台
 速力(試運転最大) 12.874kn (満載
 航海) 12.0kn 船級・区域資格 J G
 沿海 船型 四甲板型 乗組員
 15名 ホール下両サイド ballast deep
 tank 7基 船舶電話装備



倉米微粉精鋼運搬船 第 十 三 辰 己 丸 辰己商賣株式会社
 TATSUMI MARU No.13

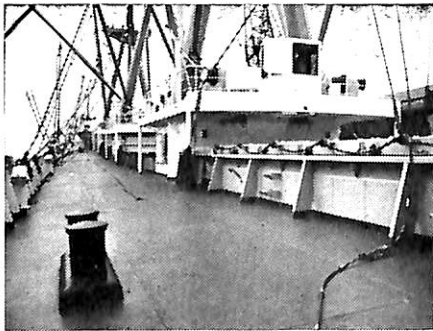


全世界の9000隻以上の貨物船に装備!!

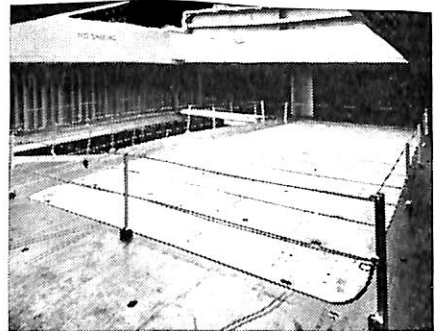
より能率的に より簡単に
より迅速に より安全に
操作することができる

MacGREGOR

スチールハッチカバーと荷役装置



露天甲板用マックグレゴース
シングルプル型ハッチカバー



中甲板用マックグレゴ―/エルマン
スライディング型ハッチカバー

永年の経験・完璧な研究と試験・独創的な設計・工業関係
についての種々の要求や問題点に関する必須の知識・適正
な価格・信頼できるサービス・すみやかな納期

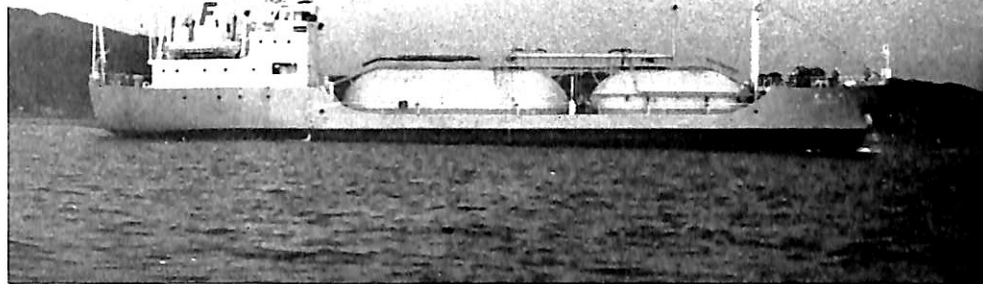
THE MacGREGOR INTERNATIONAL ORGANISATION

極東マックグレゴ―株式会社

東京都中央区西八丁堀2丁目4 TEL (552) 5101 (代)

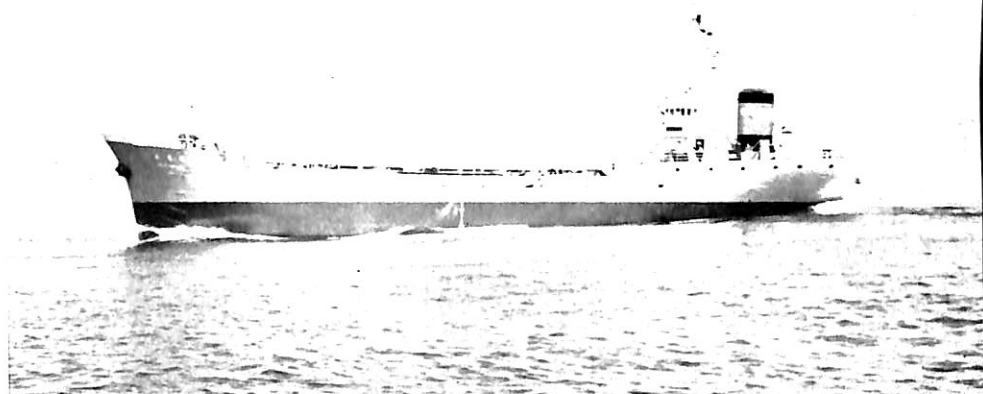
マックグレゴ―装備によって停泊時間の短縮ができます

太平洋工業株式会社安芸津造船所建造
 (第215番船) 起工 43-7-29
 進水 43-8-28 竣工 43-10-22
 全長 67.332m 垂線間長 62.00m
 型幅 10.80m 型深 5.10m
 満載吃水 4.312m 満載排水量
 2,165.20kt 総噸数 1,270.72T
 純噸数 687.06T 載貨重量 1,188.11
 kt LPGタンク容積 1,516.4m³
 燃料油槽 105.11m³ 燃料消費量
 173g/PS/h 清水艙 105.32m³
 主機械 ダイハツ製 6 PSHTBM-
 26DFDR-10B 型 容量型 4 サイクル 単動
 ディーゼル機関 2 基 1 軸 出力
 (連続最大) 770 PS × 2 (743 R P M)
 (常用) 700 PS × 2 (720 R P M)
 発電機 AC 60kVA 2 台 (ヤンマー
 4 K L 2 台) 送信機 (主) 300W
 (補) 75W 各 1 台 受信機 全波
 2 台 速力 (試運転最大) 12.993kn
 (満載航海) 12.5kn 航続距離
 12,000 浬 船級・区域資格 NK
 近海 船型 凹甲板型 乗組員
 20 名 楕円球型タンク 2 個を搭載し、
 ガスケットにて上甲板を水密構造とす



L.P.Gタンク船 晃 洋 丸 安保商店株式会社
 KOYO MARU

浅川造船株式会社建造 (第129番船)
 起工 43-4-12 進水 43-8-28
 竣工 43-7-21 全長 54.74m
 垂線間長 49.50m 型幅 9.00m
 型深 4.50m 満載吃水 4.300m
 満載排水量 1,452.5kt 総噸数
 499.81T 純噸数 269.31T
 載貨重量 1,064kt 貨物油槽容積
 1,194.11m³ 主荷油ポンプ 400m³/h
 × 70m 2 台 船口数 4
 デリックブーム 0.9t × 1 燃料油槽
 38.51m³ 燃料消費量 167g/PS/h
 清水艙 30.06m³ 主機械 阪神内
 燃機立形 4 サイクル 単動 過給機 空冷
 卸器付 ディーゼル機関 1 基 出力
 (連続最大) 950 PS (365 R P M)
 (常用) 825 PS (346 R P M)
 補汽缶 立型多管式 1 基 発電機
 (主) DC110V × 15kW × 1 (補)
 DC110V × 10kW × 1 速力 (試
 運転最大) 11kn (満載航海) 10kn
 航続距離 2,000 浬 船級・区域資格
 J G 沿海 船型 船尾機関付凹甲板
 乗組員 10 名 VHP 装備



油 槽 船 正 龍 丸 正好汽船株式会社
 SEIRYU MARU

ラテックスタイプ
 エポキシタイプ デッキ舗床材
 マグネシヤタイプ

カタログ呈
Tightex
 タイテックス

SOLAS 承認
 N.K
 N.V
 A.B
 L.R
 B.V
 N.S.C
 施工実績数百隻

太平洋工業株式会社

本社 京都市右京区三条通西大路西 電話(311)1101代
 出張所 東京都千代田区神田錦町1の3 電話(291)8287
 出張所 広島・神戸・豊・長崎

ことしは 1970年代への跳躍を秘めた年です。1年前話題を呼んだ超高層ビルが やがて日本全土にそそりたち 海の上にも 国産技術で吊橋がつぎつぎに渡され 新しい繁栄が日本列島をおおう70年代。その開幕の準備を鉄がすすめるのです。コンピューター時代の先端をゆく君津製鐵所もふくめて 鉄については世界第一級の設備・技術をもつ八幡が 総力をあげてその助走にはいる年です。

1970年代への バトンをにぎる鉄

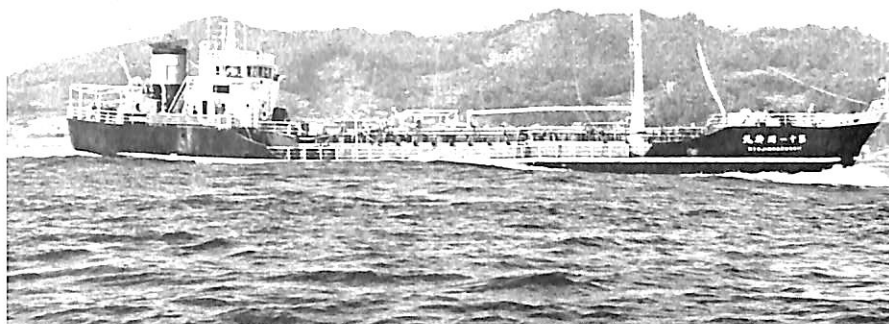


ヤル イス

八幡製鐵

本社 東京都千代田区丸ノ内1ノ1〈鉄鋼ビル〉
電話・東京〈212〉4111大代表 郵便番号100

浅川造船株式会社建造 (第117番船)
 起工 43-6-26 進水 43-8-28
 竣工 43-9-18 全長 54.74m
 垂線間長 49.50m 型幅 9.00m
 型深 4.50m 満載吃水 4.250m
 満載排水量 1,436.50kt 総噸数
 499.98T 純噸数 278.62T
 載貨重量 1,034.83kt 貨物油槽容積
 1,283.896 m³ 主荷油ポンプ 400
 m³/h×70m×2台 船口数 4
 デリックブーム 0.9t×1 燃料油槽
 43.00 m³ 燃料消費量 173g/PS/h
 清水船 30.05 m³ 主機械 タイハツ
 8 PSHT 6 M-26DF型 過給機およ
 び空気冷却器付4サイクル単動ディー
 ザール機関 1基 出力(連続最大)
 1,000 PS (720 RPM) (常用)
 850 PS (682 RPM) 補汽缶
 立型多管式 1基 発電機(主)
 AC 225V×15kVA 1基 (補) AC
 225V×10kVA 1基 速力(試運
 転最大) 11.12kn (満載航海) 10.34
 kn 航続距離 2,000哩 船級・
 区域資格 JG 沿海 船型 船尾
 機関付凹甲板 乗組員 10名
 主機遠隔操縦装置, VHF 装備



油 槽 船 第十一明神丸

船舶整備公団
明神海運株式会社

MYOJIN MARU No.11

松垣造船株式会社建造 (第86番船)
 起工 43-5-13 進水 43-7-26
 竣工 43-8-5 全長 54.02m
 垂線間長 49.10m 型幅 8.70m
 型深 4.40m 満載吃水 4.051m
 満載排水量 1,280kt 総噸数 494.49
 T 純噸数 274.59T 載貨重量
 983.261kt 貨物船容積(ベール)
 1,161.10 m³ (グレーン) 1,229.08
 m³ 船口数 1 (26.4m×5.5m)
 デリックブーム 0.9t×1 燃料油槽
 41.908 m³ 燃料消費量 3.7t/day
 清水船 32.211 m³ 主機械 阪神内
 燃機製堅4サイクル単動自己逆転過給
 機空気冷却器付ディーゼル機関 1基
 出力(連続最大) 1,100 PS (330 R P
 M) (常用) 935 PS (313 R P M)
 発電機 DC 110V 7.5kW 2台
 速力(試運転最大) 12.341kn (満載
 航海) 11.789kn 航続距離 2,720
 哩 船級・区域資格 JG 沿海
 船型 凹甲板型 乗組員 9名
 同型船 春日丸 船舶電話装備
 マックグレーン鋼製ハッチカバー装備



貨 物 船 第三明栄丸

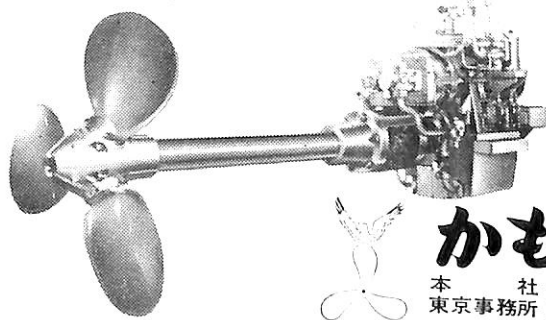
船舶整備公団
佐々木汽船株式会社

MYOEI MARU No.3

画期的な新製品!!

日・英・米・独・端
5ヶ国特許出願中

かもめ 減速機付
可変ピッチプロペラ



実績を誇る
 我国唯一の
 可変ピッチプロペラ
 専門メーカー

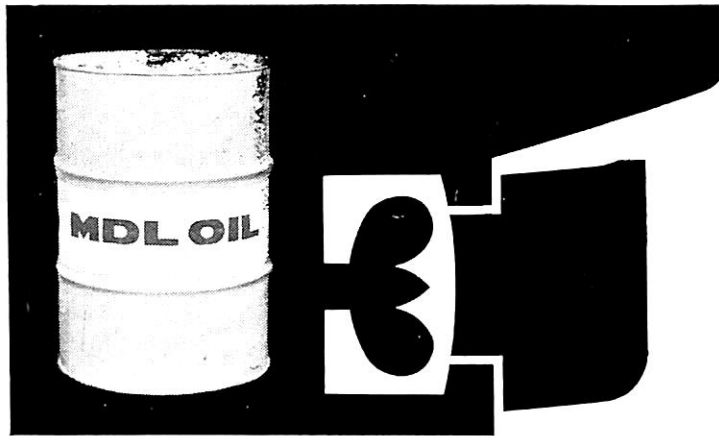
かもめプロペラ株式会社

本 社 横浜市戸塚区上矢部町690 TEL. 横浜 (045)-881-2461(代)
 東京事務所 東京都港区新橋4-14-2 TEL. 東京 (03)-431-5438

エンジン保守の必需品

MDL OIL

シリーズ



■MDL OILは船用ディーゼルエンジンの「高出力高速化エンジン長期無開放」の要求にこたえる高品質エンジンオイルです。

■特に、清浄性、酸中和性が優秀であるため、過酷運転に耐え、常にエンジンを清浄に保ち、保守管理を容易にします。

■MDL OILは日石中研のボルネステストエンジンにより大型船エンジンそのままの条件で試験を行い品質向上につとめています。

日本石油

東京都港区西新橋1-3-12 (502)1111
●お問合せは本社技術1課または各支店の販売技術課へ

●「MDL OIL」のカタログをさしあげます。ハカキに本券を添付して、会社名、所属部課名、使用機器、使用油名をご記入のうえお申込みください。



メンテナンス・フリーをお約束する

理研のBFリング

- なじみ性がよい
- 異状摩耗がない
- ブローバイが減少
- 寿命が長い

材質は自信をもっておすすめする

- センダイトメタル
- ハイリックメタル

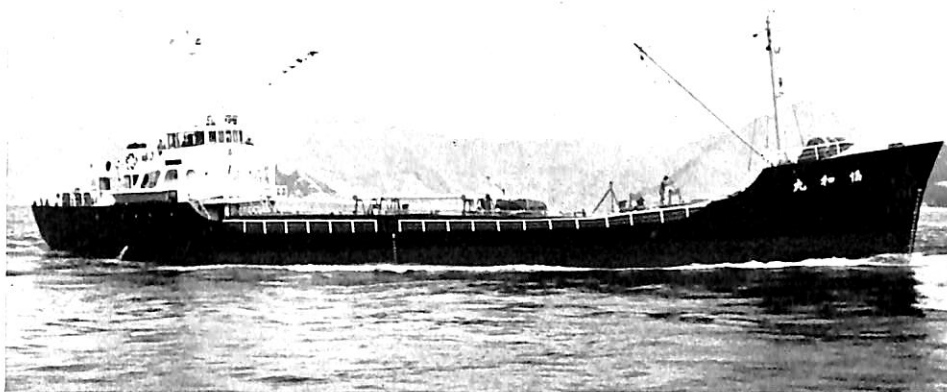


東京都港区西新橋 1 の 7 の 13 電話 (501) 5201



BFリングの断面

有限会社松浦鉄工造船建造 (第 194 番船) 起工 43-6-20 進水 43-9-27 竣工 43-10-24
 全長 57.76m 垂線間長 53.00m
 型幅 8.40m 型深 5.00m
 満載吃水 3.50m 満載排水量 1,048kt 総噸数 496.93T
 純噸数 332.81T 載貨重量 810kt
 アスファルトタンク容積 572.185m³
 主荷油ポンプ NP30A型ギヤポンプ (エヤー式) 2台 船口数 1
 デリックブーム 0.9t×1 燃料油槽 31.636t 燃料消費量 134kg/h
 清水船 65.13t 主機械 阪神内燃機工業製 Z6 L28A SH型ディーゼル機関 1基 出力 (連続最大) 800 PS (390 RPM) 補汽缶 クレイトン RHOB-30型 (貫流式) 10kg/cm²×1台 発電機 AC225V×25kVA 2台 速力 (試運転最大) 12.294kn 航続距離 2,900浬
 船級・区域資格 JG 沿海 船型 ウェル甲板船 乗組員 11名
 同型船 第二菱葉丸 無線電話 SSB10W 1式, レーダー設備 1式
 アスファルトタンクの保温設備



アスファルトタンク船 協和丸 玉井商船株式会社
 KYOWA MARU

有限会社松浦鉄工造船建造 (第 193 番船) 起工 43-5-23 進水 43-8-28 竣工 43-9-18
 全長 35.78m 垂線間長 32.00m
 型幅 6.00m 型深 2.63m
 満載吃水 1.73m 満載排水量 400kt 総噸数 194.52T 純噸数 122.12T 載貨重量 31.15kt
 燃料油槽 6.878t 燃料消費量 28kg/h 清水船 10.842t
 主機械 阪神内燃機工業製 Z6 LU S24型 ディーゼル機関 1基 出力 (連続最大) 800 PS (400 RPM) 発電機 AC 225V×15kVA 1台 速力 (試運転最大) 13.386kn (満載航海) 12.656kn 航続距離 20浬 船級・区域資格 JG 限定沿海 船型 平甲板型 乗組員 4名 旅客 1.5h未滿 445名 2h未滿 200名 同型船 水俣丸 レーダー設備 1式 主機リモコン装置



旅客船 第二十二小富士丸 小西治信
 KOFUJI MARU No.22



JIS (NK) · LR · AB · BV 規格

船舶用ケーブル

特長

- 船価を下げる
- 艙装配線工事の検尺作業工程を皆無とした
 メジャー入船舶用電線

販売方式 ORDER & SELL SYSTEM

ヒエン電工株式会社

本工場 大阪府堺市松屋町1丁3番地
 TEL 堺 (0722) 38-0463代表
 支店 東京 ・ 福岡

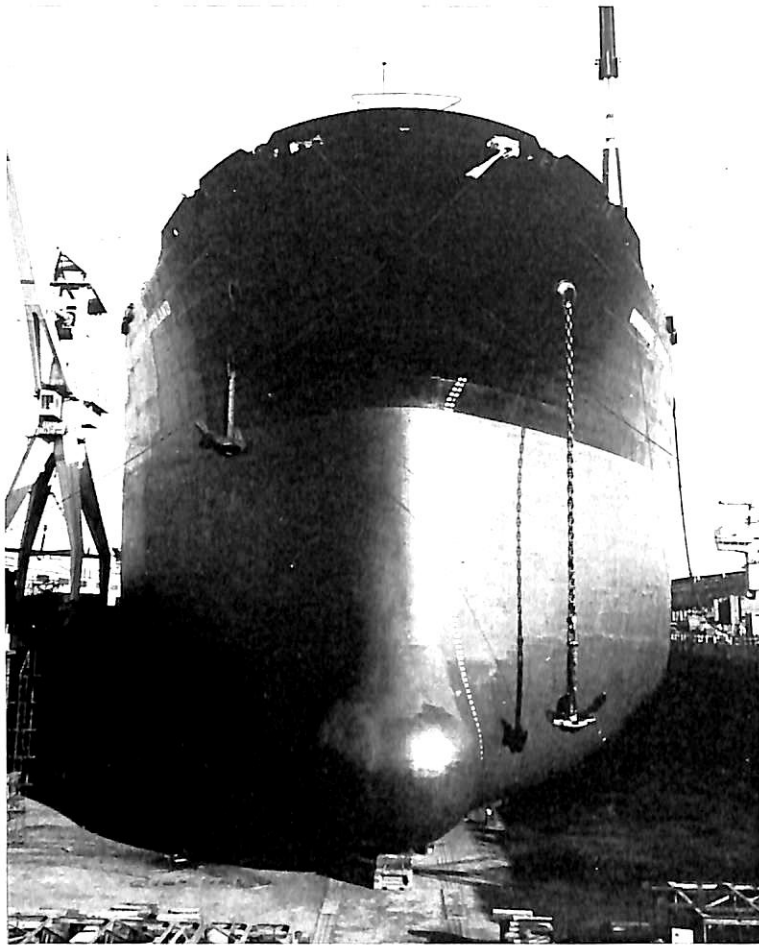


世界最大 312,000 DWT タンカー

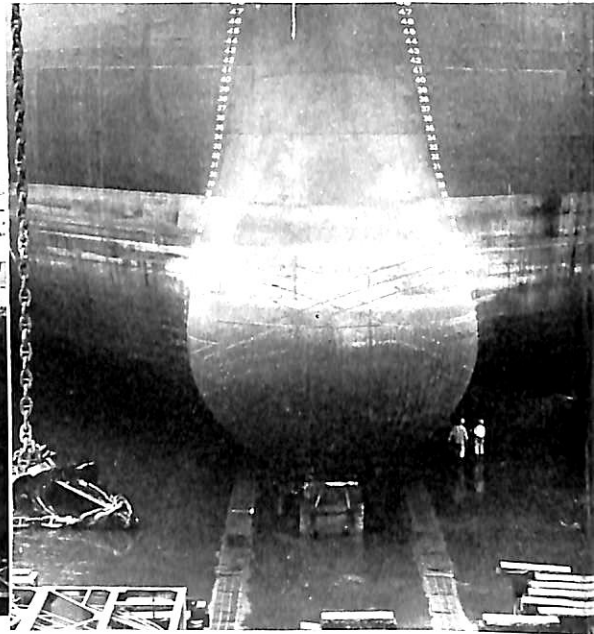
UNIVERSE IRELAND

石川島播磨重工業・横浜第二工場建造

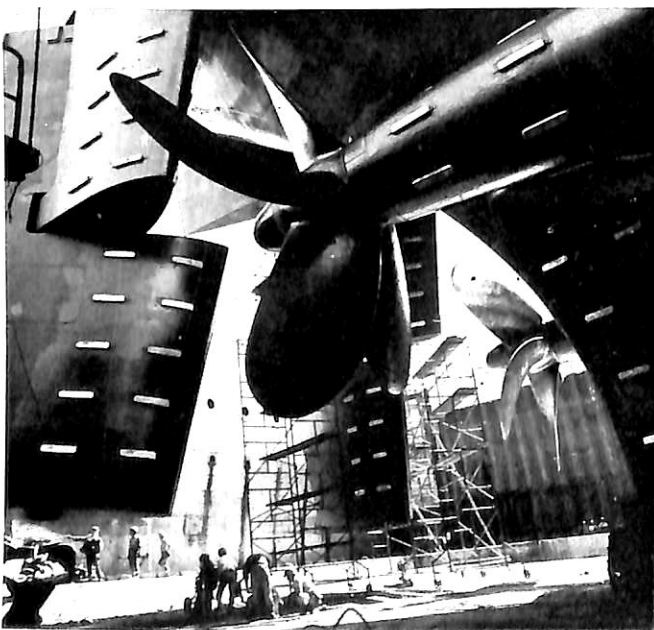
(詳細本文参照)



Final Dock における UNIVERSE IRELAND



巨大な球状船首
(アンカーと人とを比べて)



Twin Screws & Twin Rudders



船首揚錨機

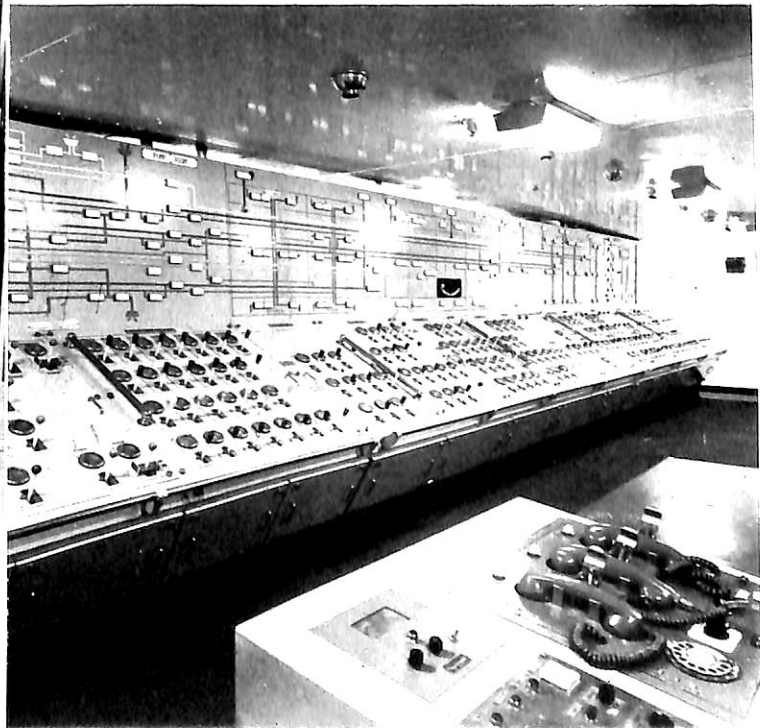
321,000 DWT
TANKER
UNIVERSE IRELAND



操 舵 室



荷役制御室（液面計および吃水計）



荷役制御室（弁制御用グラフィック・コンソール）

仁光丸の無人機関室

浦賀重工業株式会社建造

(詳細本文参照)

写真1

機関室集中制御室

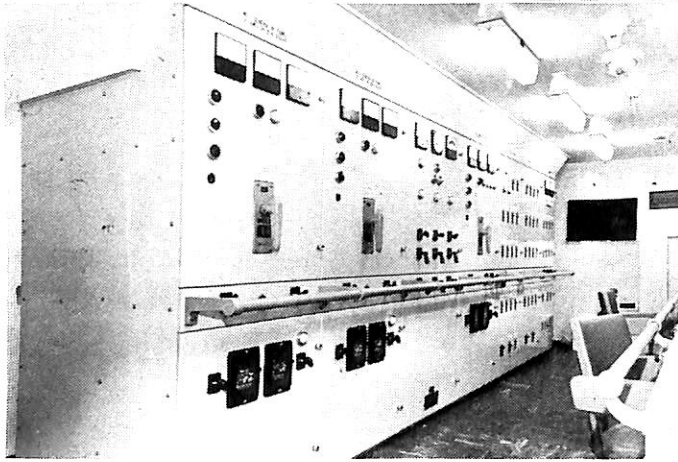
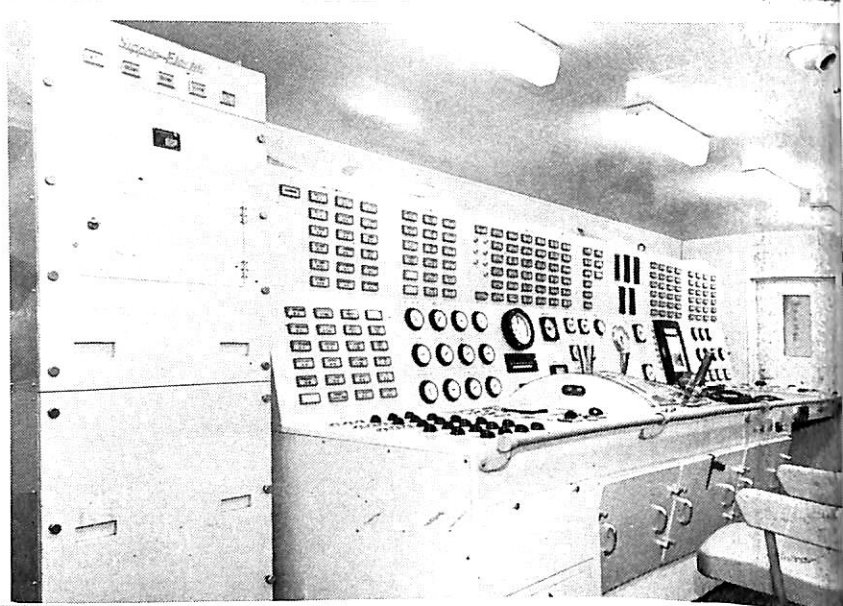


写真2

機関室集中制御室

写真3

燃烧イオン検出式機関室内火災探知器

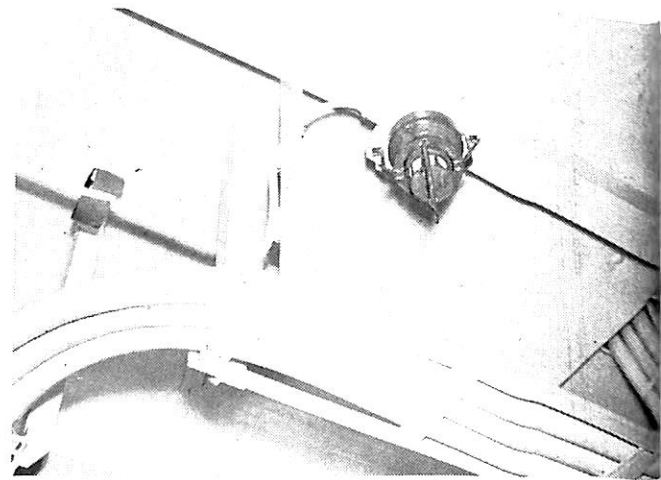
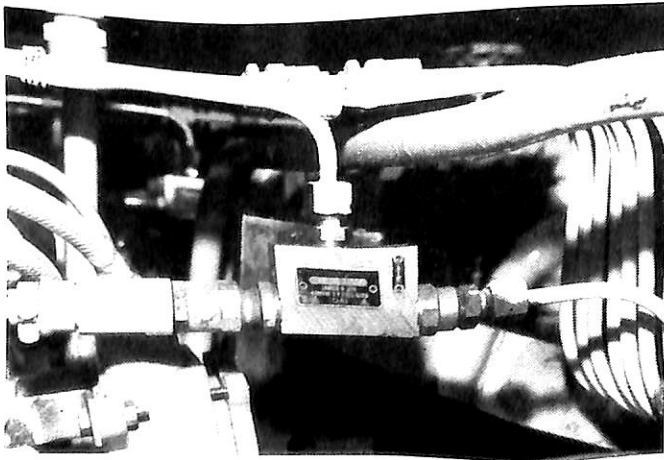


写真4

シリンダーオイル給油停止警報探知器

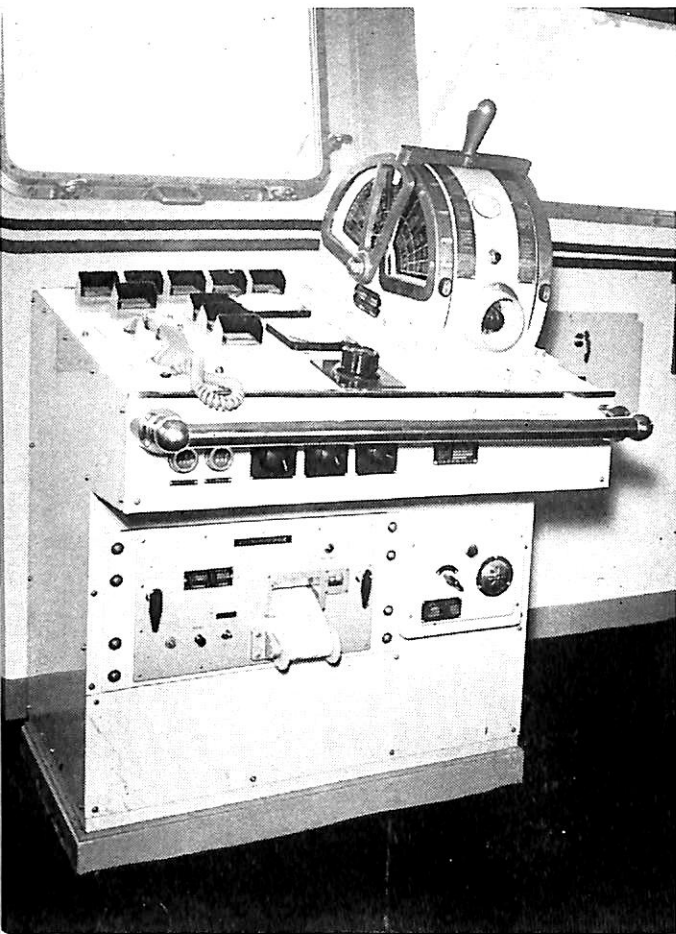


写真5 主機械操縦卓（船橋）

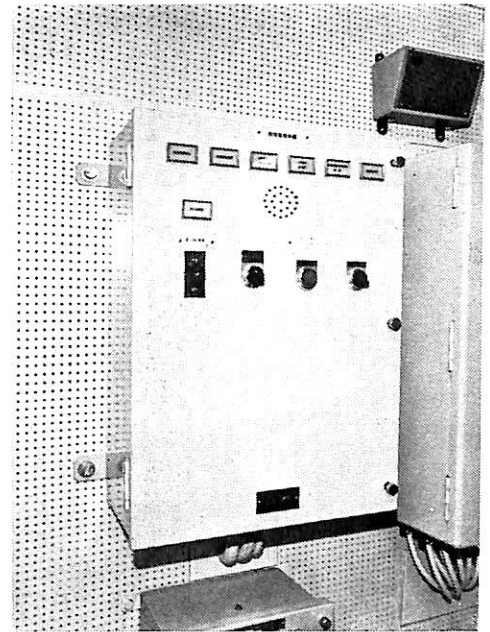


写真7 居住区警報装置
集中制御室内セントラルパネル

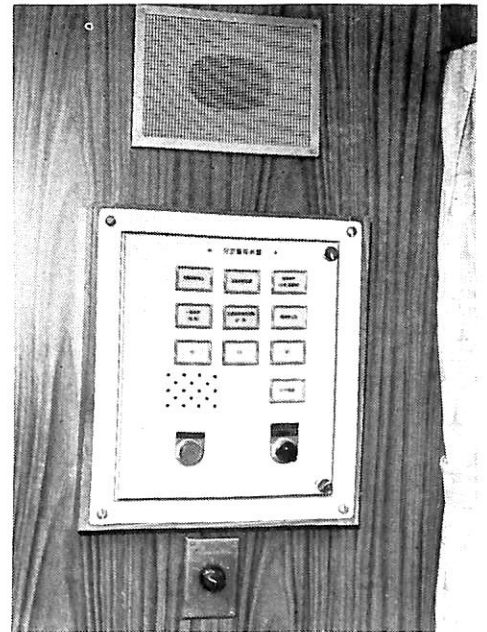


写真8 居住区警報装置
機関長室内警報器

仁光丸の無人機関室

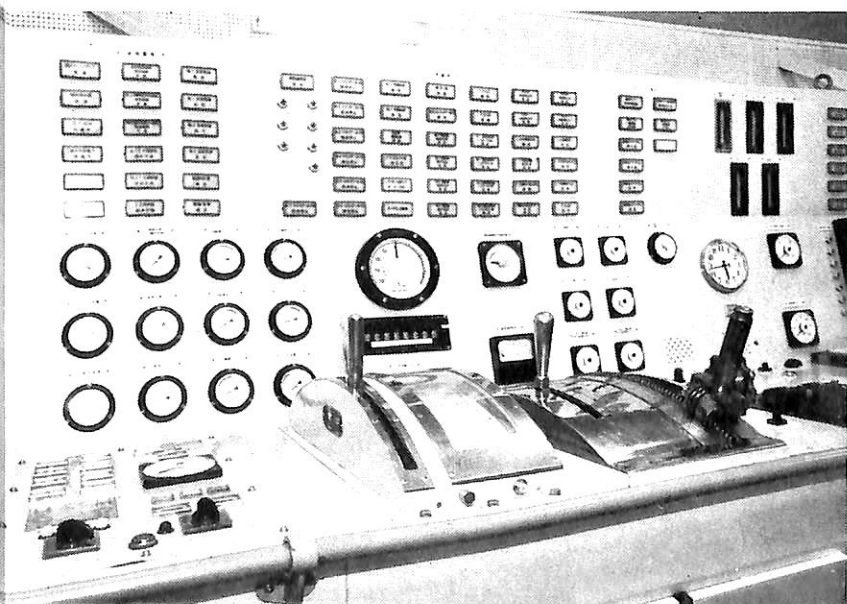
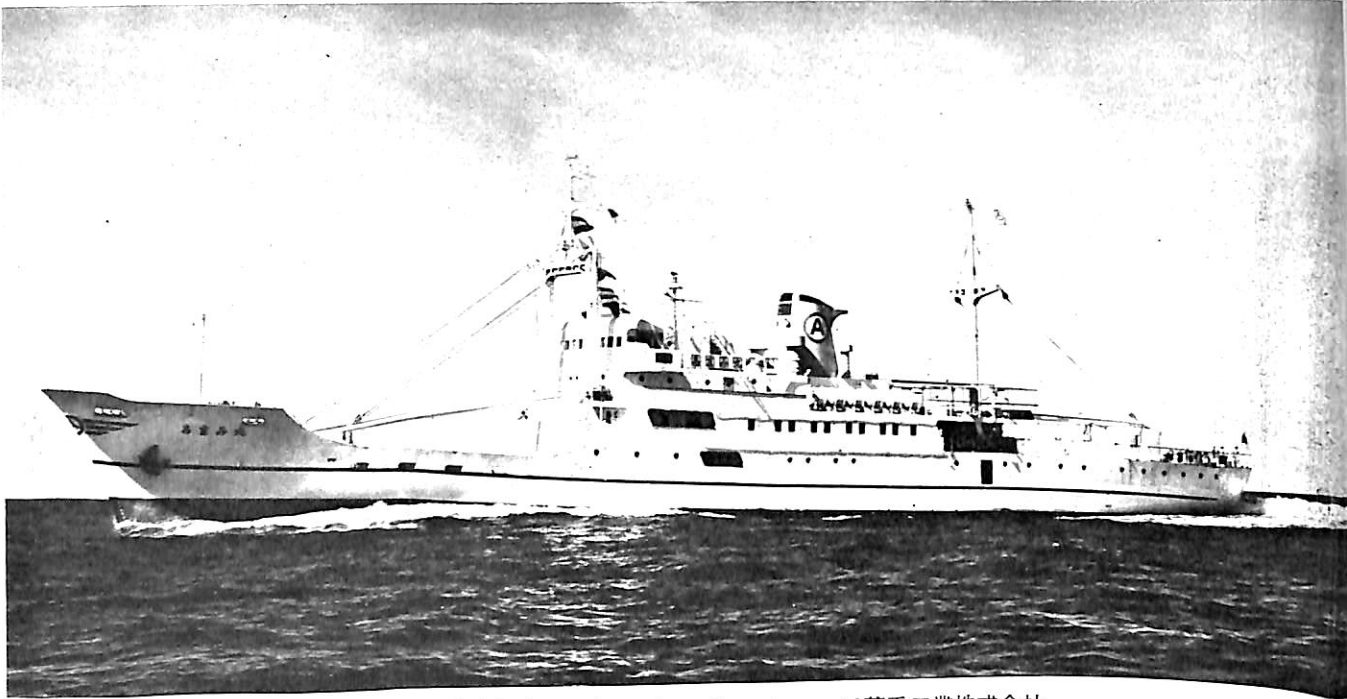


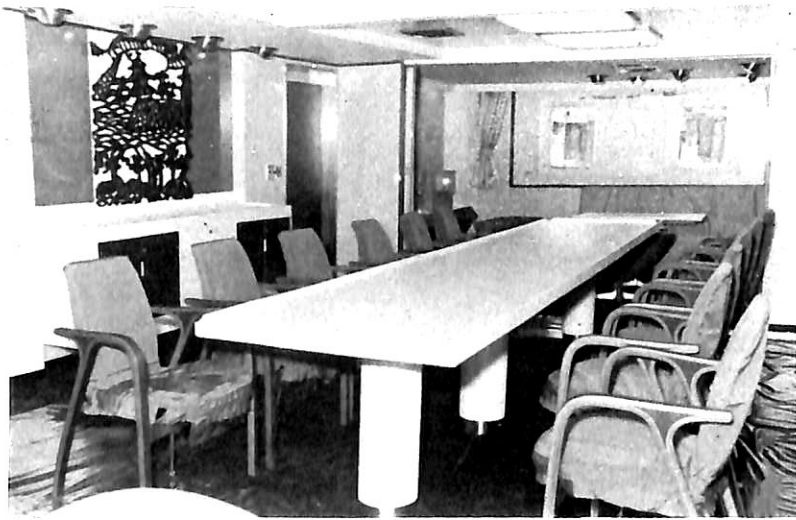
写真6 主機械操縦卓
（制御室）



大島運輸株式会社
船舶整備公団

あまみ丸
AMAMI MARU

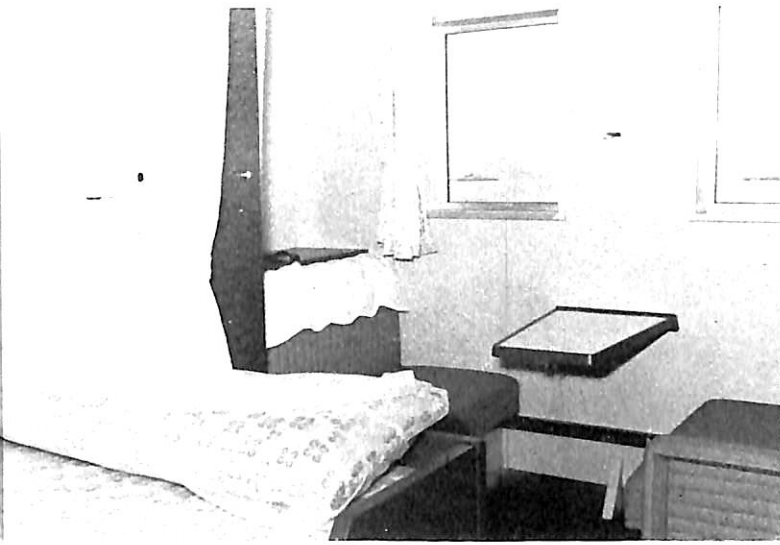
三菱重工業株式会社
下関造船所建造



Saloon



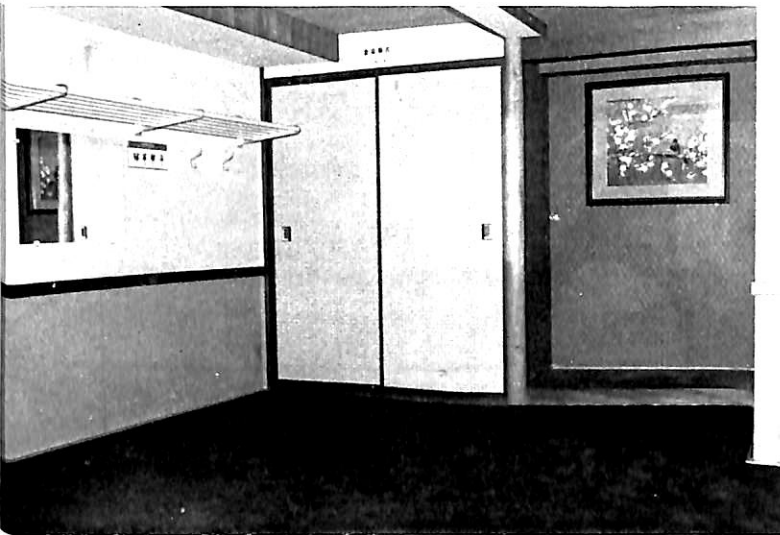
Smoking Room



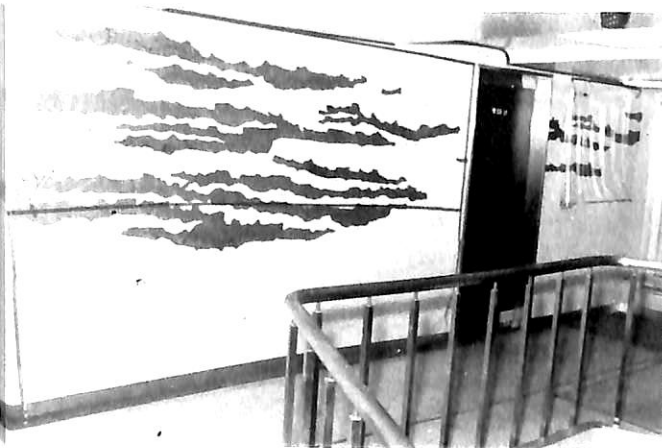
特1等客室



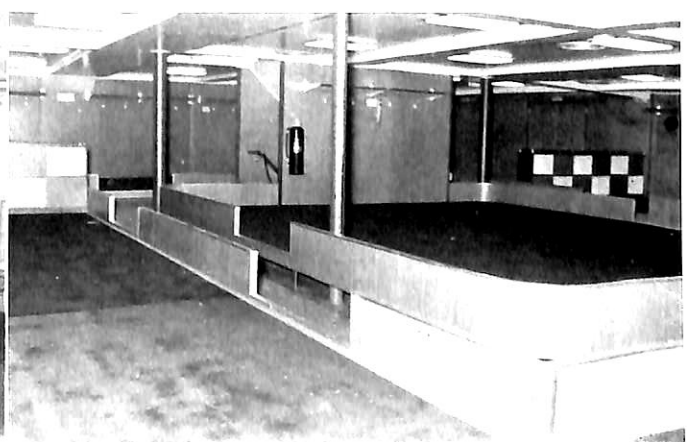
1等洋室



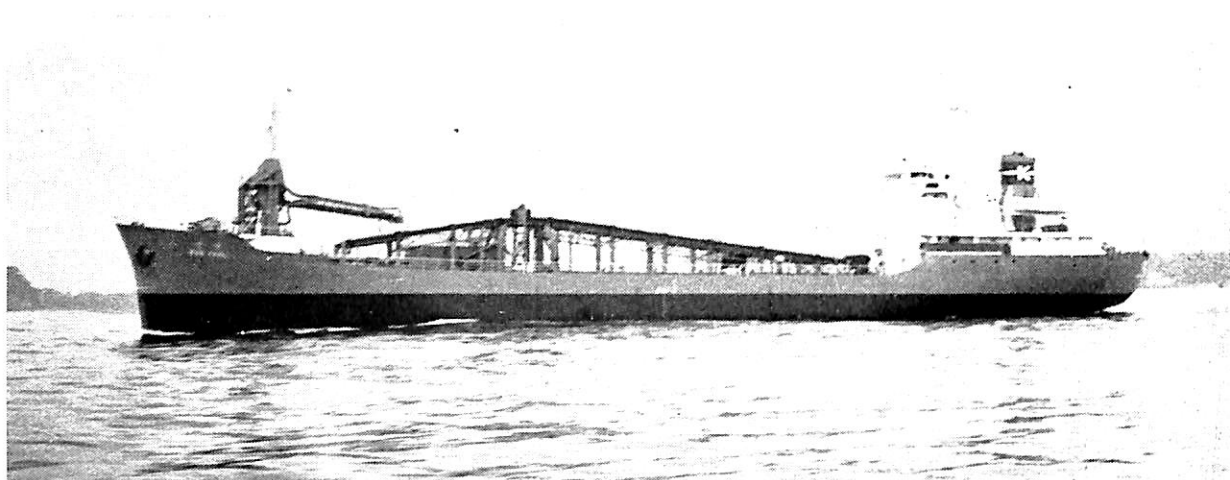
1等和室



甲板



2等客室



大韓民国金星海運株式会社御注文
セメント運搬船“SUN YANG”

載貨重量 5,000kt
主機械出力(連続最大)

満載航海速力 12.25kn
2,500PS×265rpm



東北造船株式会社

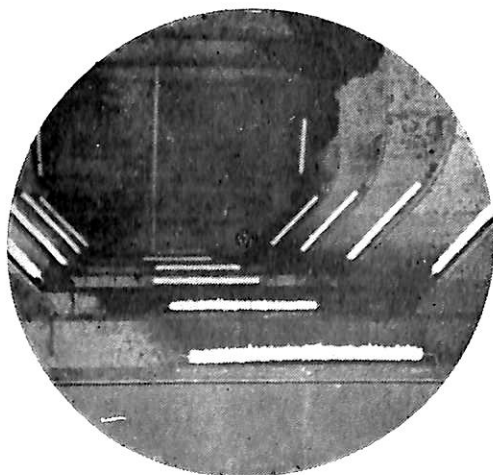
取締役社長 宮崎哲郎

本社および工場 宮城県塩釜市北浜4の14の1 電話(塩釜)(2)2111~7

東京支店 東京都中央区日本橋通2の6(丸善ビル7階) 電話(271)1907~9

ALANODE

ZINNODE



アラノード：Al合金流電陽極
(日本特許No. 254043)

ジンノード：Al入りZn流電陽極
(日本特許No. 252748)

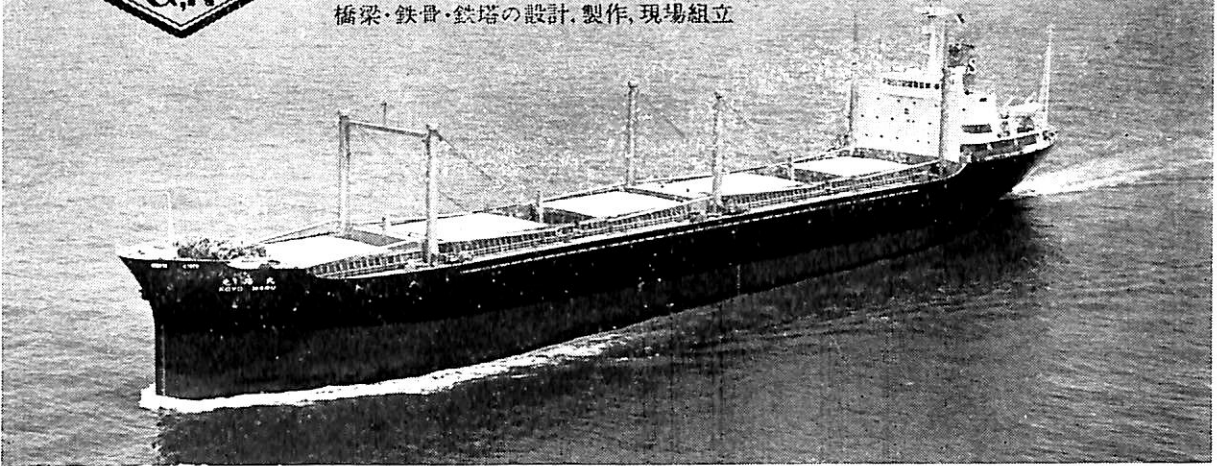


日本防蝕工業株式会社

本社 東京都千代田区丸の内1の1
(日本交通公社ビル)
電話 東京(211)5641 代表



各種船舶の建造並びに修理
 船用汽機汽缶の製造並びに修理
 橋梁・鉄骨・鉄塔の設計、製作、現場組立



株式会社 名村造船所

取締役社長 名村 源

本社・工場 大阪市住吉区北加賀屋町4の5 電話大阪(672) 1121(大代表)
 東京事務所 東京都中央区八重洲1の1の3(八重洲田村ビル) 電話東京(271) 4707(代表)
 神戸事務所 神戸市生田区海岸通5 (商船ビル) 電話神戸(33) 4810

フェリーボート車輛甲板用
 デッキカバリングとして実績を誇る

YATOMIX N.S FLOOR



耐摩耗性・耐油・超耐圧・
 耐水性・耐薬品性・難燃性
 鋼鉄面に密着し完全防錆に
 役立、滑り止め効果がある。



株式会社 彌富商会

本社工場 横浜市西区南浅間町113

電話 神奈川 (311)7401



日 本 郵 船

N.Y.K. LINE

取締役会長 児 玉 忠 康
 取締役社長 有 吉 義 弥

本 社 東 京 都 千 代 田 区 丸 ノ 内 2 ノ 2 0 ノ 1
 電 話 東 京 (212) 4 2 1 1 (大代表)

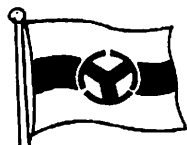


“K” LINE

川 崎 汽 船

取締役社長 服 部 元 三

本 社 神 戸 市 生 田 区 海 岸 通 リ 八 番
 電 話 (39) 8 1 5 1 (代)
 支 社 東 京 都 千 代 田 区 丸 ノ 内 1 - 6 東 京 海 上 ビ ル
 電 話 (216) 0 5 1 1

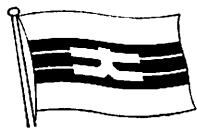


Y.S. LINE

山 下 新 日 本 汽 船

取締役会長 山 縣 勝 見
 取締役社長 山 下 三 郎

本 社 東 京 都 千 代 田 区 竹 平 町 1 番 地 (パレスサイドビル)
 電 話 (216) 2 1 1 1 (大代表)



Mitsui O.S.K. Lines

大阪商船三井船舶

取締役会長 進 藤 孝 二
取締役社長 福 田 久 雄

本社 大阪市北区宗是町 1
本部 東京都港区赤坂 5 丁目 3 番 3 号
東京支店 東京都千代田区内幸町 1 丁目 2 番 2 号

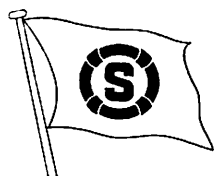


ジャパンライン

Japan Line

取締役社長 岡 田 修 一

本店 東京都千代田区丸ノ内 3 - 1 2 (国際ビル)
電話東京 2 1 2 - 8 2 1 1



SHOWA LINE

昭和海運株式会社

取締役社長 荒 木 茂 久 二

東京都中央区日本橋室町 4 丁目 1 番地(室町ビル)
電話 (270) 7 2 1 1 大代表



新 和 海 運

取締役会長 上 中 龍 男
取締役社長 三 和 晉

本 社 東 京 都 中 央 区 京 橋 1 丁 目 3 番 地 (新八重洲ビル)
電 話 東 京 (567) 1 6 6 1 (大代表)



関 西 汽 船

取締役社長 長 谷 川 茂

本 社 大 阪 市 北 区 宗 是 町 1 電 話 大 阪 (441) 大 代 表 9 1 6 1
東 京 支 社 東 京 都 中 央 区 八 重 洲 3 ノ 7 (東 京 建 物 ビ ル) 電 話 東 京 (281) 2621・4176 (代 表)



第 一 中 央 汽 船 株 式 會 社

取締役社長 土 金 孝 太 郎

本 社 東 京 都 中 央 区 日 本 橋 通 3 の 6 (第 一 中 央 ビ ル)
電 話 東 京 (272) 0 8 1 1 (大 代 表)
大 阪 支 店 大 阪 市 北 区 宗 是 町 (大 ビ ル)
電 話 大 阪 (443) 6 8 2 1 ~ 5



太 平 洋 海 運

代表取締役社長 山 地 三 平

東 京 都 千 代 田 区 丸 内 2 ノ 2 ノ 1 (丸 内 ビ ル)
電 話 東 京 (201) 2 1 6 6



照 國 海 運

取締役社長 中 川 喜 次 郎

本 社 東 京 都 中 央 区 八 重 洲 2 丁 目 3 ノ 5
電 話 東 京 (272) 8 4 4 1 (大代表)



明 治 海 運 株 式 会 社

本 社 神 戸 市 生 田 区 明 石 町 3 2 電 話 神 戸 (33) 3701~9
東京出張所 東 京 都 中 央 区 日 本 橋 室 町 3 ノ 3 (三井ビル別館)
電 話 日 本 橋 代 表 (279) 4 9 5 1

取締役会長 内 田 信 也
代表取締役社長 内 田 勇



栗 林 商 船 株 式 会 社

取締役会長 栗 林 友 二
取締役社長 栗 林 定 友

本 社 東 京 都 千 代 田 区 丸 ノ 内 2 ノ 2 ノ 1 (丸ビル)
電 話 東 京 (201) 1651 (代表)



日 正 汽 船

取締役社長 高 柳 勝 二
本 社 東 京 都 千 代 田 区 丸 ノ 内 2 ノ 1 8 東 京 (216) 1071 (大代)
支 店 大 阪 ・ 札 幌 ・ 若 松
営 業 所 名 古 屋 ・ 東 京 港
出 張 所 室 蘭 ・ 釧 路 ・ 星 港 ・ 香 港



電気防蝕

調査
施工

設計
管理

性能のすぐれた 新しい ALAP
アルミニウム合金流電陽極

船舶の腐蝕による損失を防ぐため
船体外板、推進器、バラストタンク、ポンプ
海水管内面などに
中川の電気防蝕法を !!

世界に誇る中川の船舶塗料

無機質高濃度亜鉛塗料

ザップコート
(ニッペンキ-1000)

無機質アルミメッキ塗料
エルコート

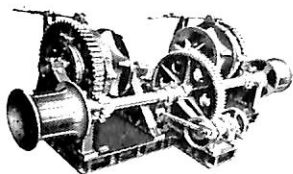
製造販売と施工

(資料進呈)

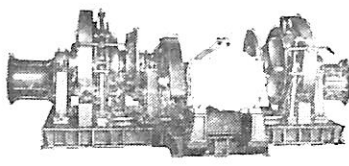
中川防蝕工業株式会社

東京都千代田区神田鍛冶町 2 の 1 (252) 3171(代) テレックス:ナカガワボウショク TOK-222-2826
大阪(362)5855 札幌(24)2633 広島(48)0524 名古屋(962)7888 福岡(77)4664 仙台(23)7084 新潟(66)5584 高松(61)4379

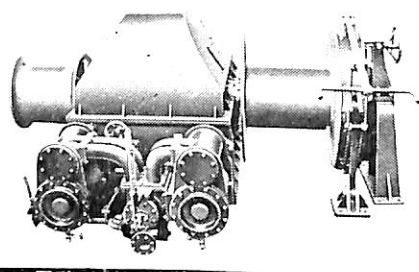
蒸気ウインドラス



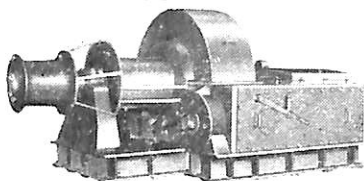
電動ウインドラス



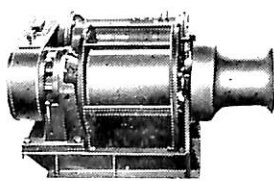
蒸気自動テンションウインチ



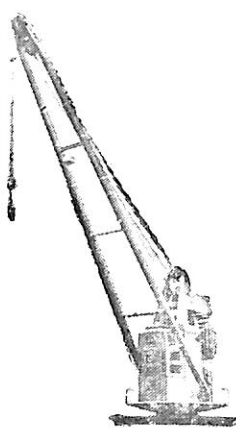
蒸気ウインチ (特許密閉型)



電動ウインチ (直流ワードレオナード式)

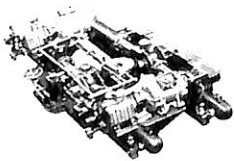


電動デッキクレン
(交流ボールチェーン式)

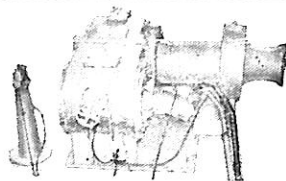


主要製品
ウインドラス
ウインチ
デッキクレン
ムアリングウインチ
舵取機
操舵テレモーター
浚渫機械
鑄鋼
鑄鉄
銅合金鑄物
高級鉄構工事

電動油圧舵取機



「東京ハイリック」ウインチ (油圧式)



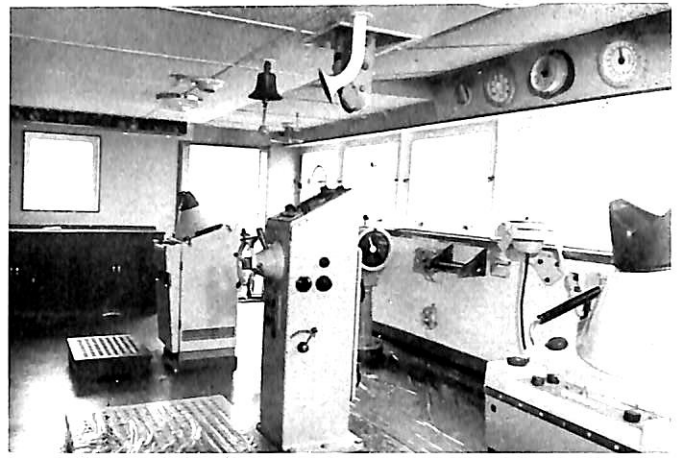
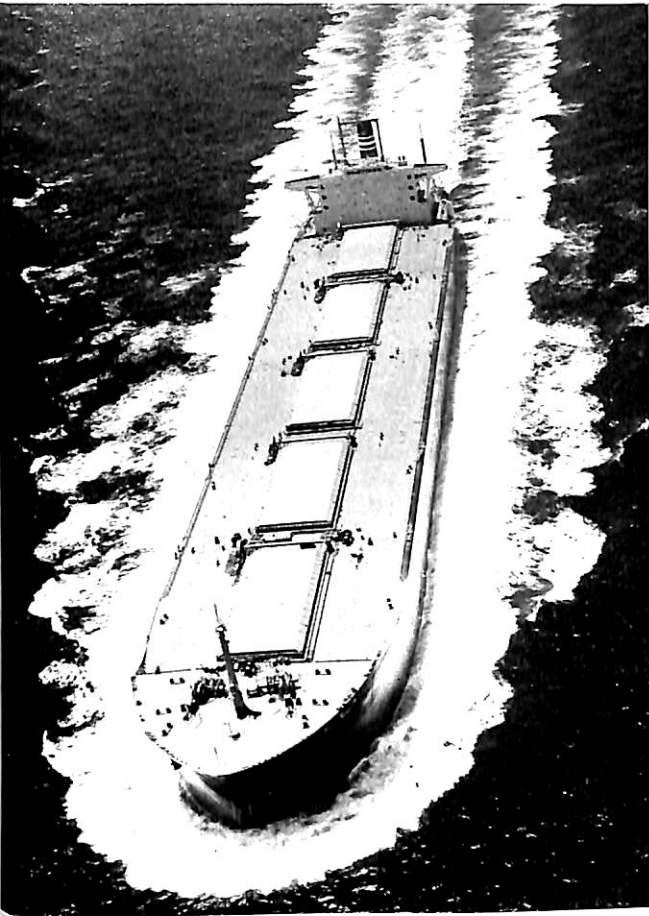
東京機械株式会社

社長 中村 五平

東京都江東区亀戸 1-19-4 電話(685)代表2345

加入電信 262-2203カメトキ

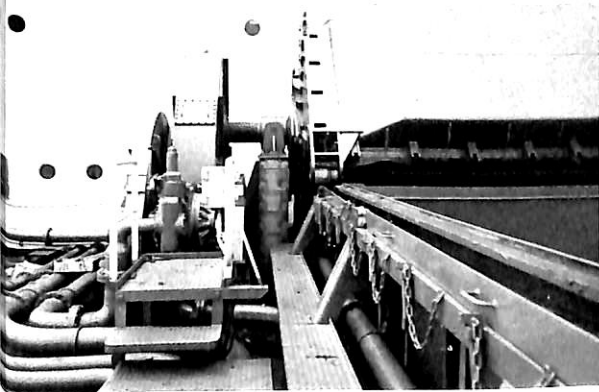
JIS認可工場



操舵室



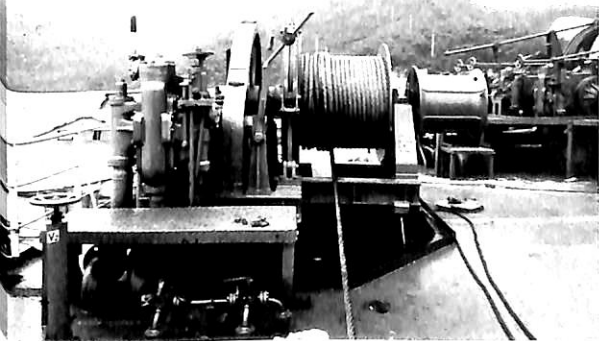
士官喫煙室



ハッチカバー (エルマン式)



船内事務室



オートテンション機構付係船ウインチ



生活用スペース

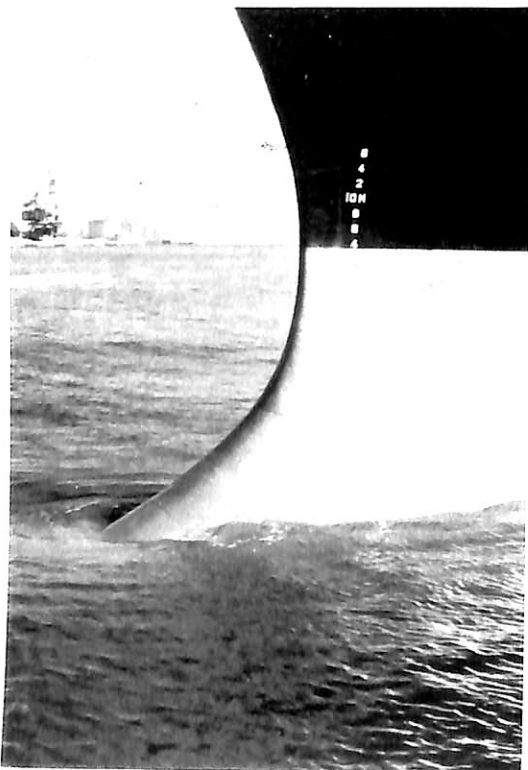
ジャパンライン コンテナ専用船

ジャパ ン エース
JAPAN ACE

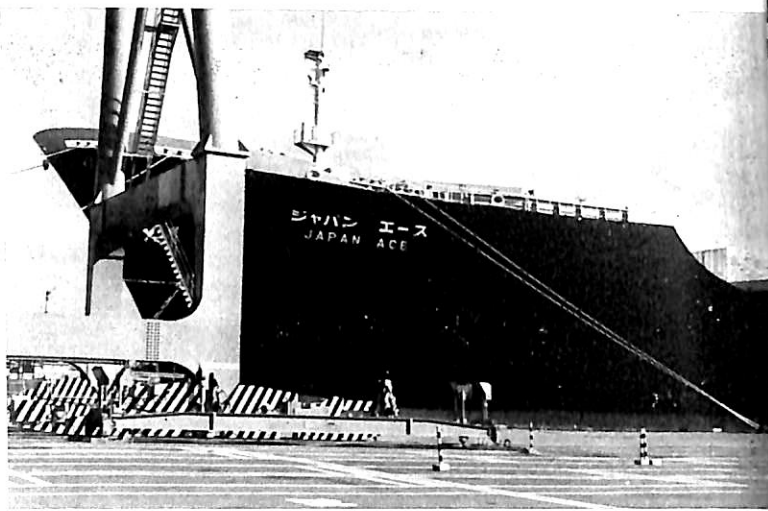
石川島播磨重工業・相生第1工場建造



船首部のファインな外板面



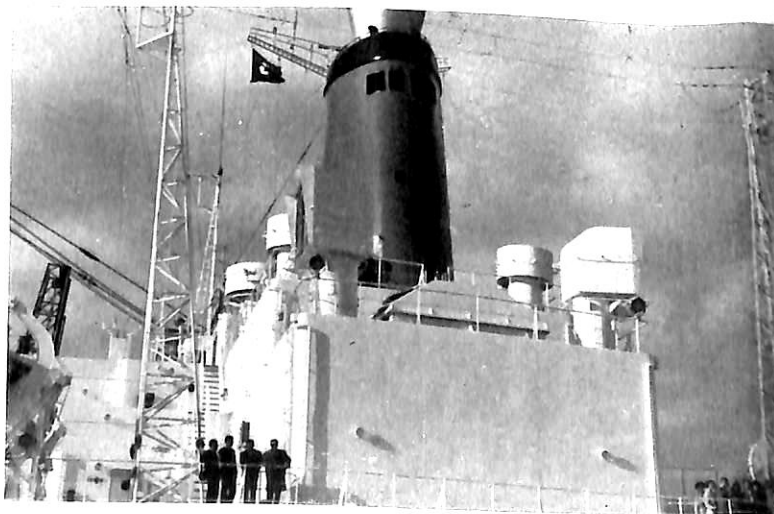
船首バルブ付近



コンテナ・ターミナルにおけるコンテナ荷役中のジャパンエース

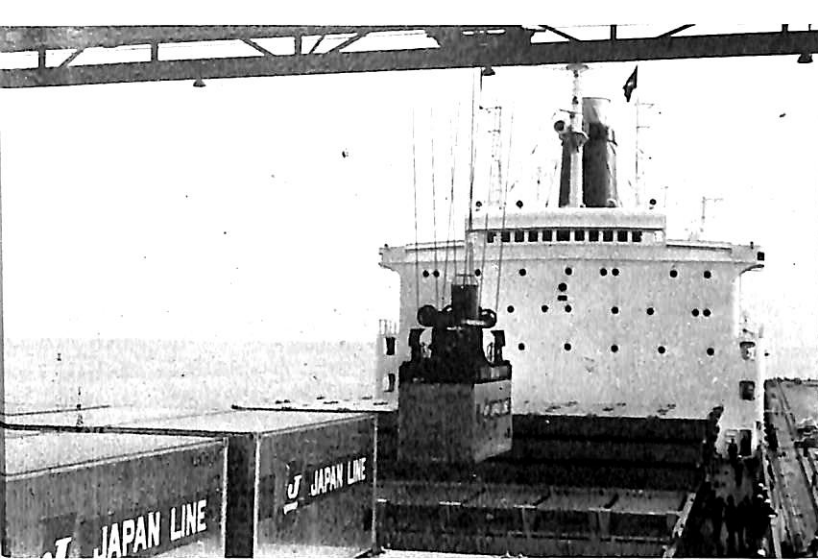


船尾よりみる（左にコンテナ・ターミナルの岸壁クレーンがみえる）

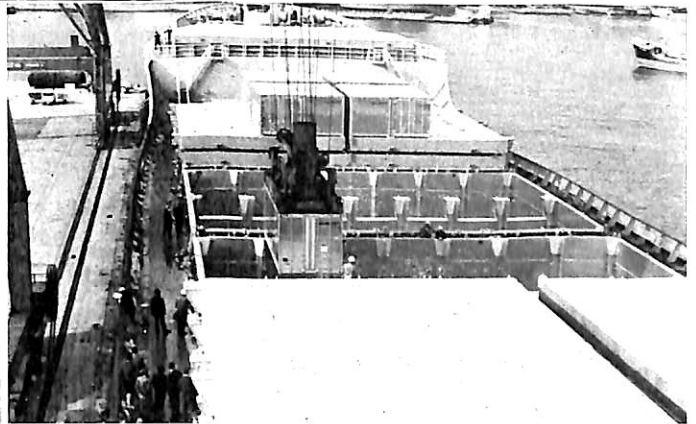


ブリッジアフトと煙突

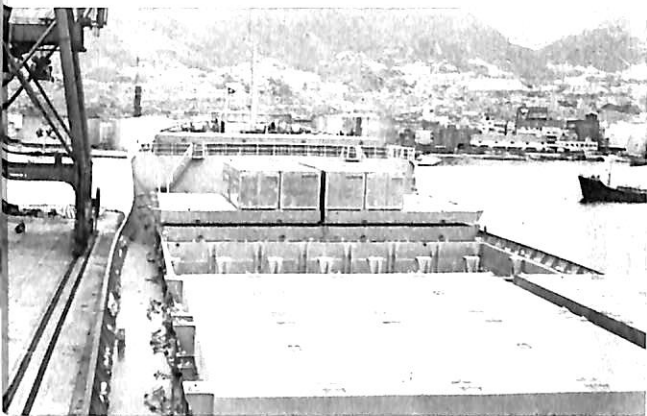
コンテナ荷役中の
ジャパニーズ



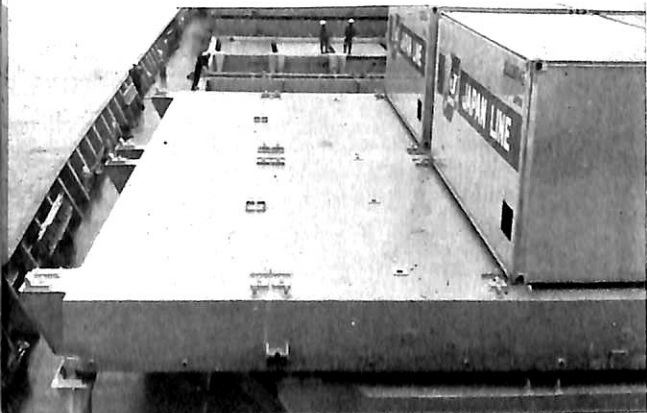
コンテナ搭載中
(コンテナ・ターミナル岸壁クレーンによる)



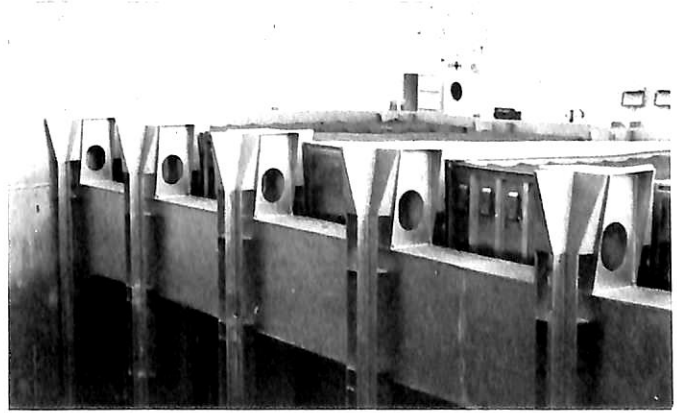
コンテナ搭載中



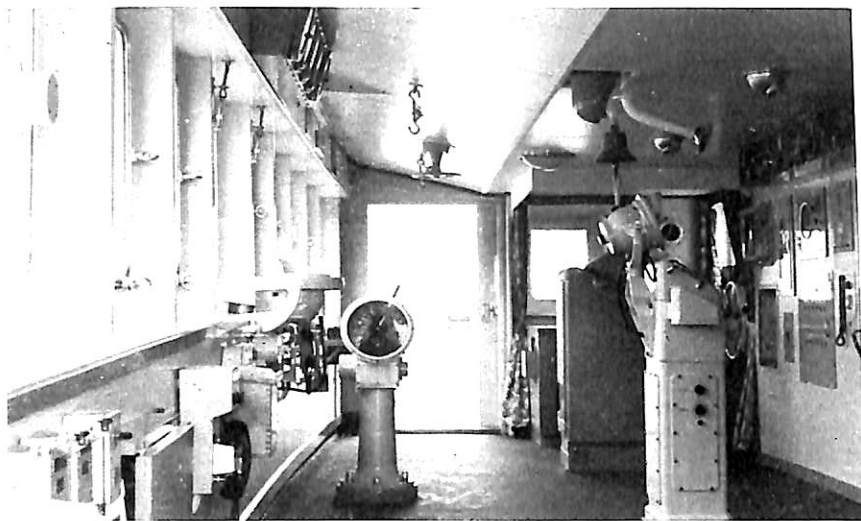
ハッチカバーとコンテナ倉のセルガイド



ハッチカバー上のコンテナ積付け

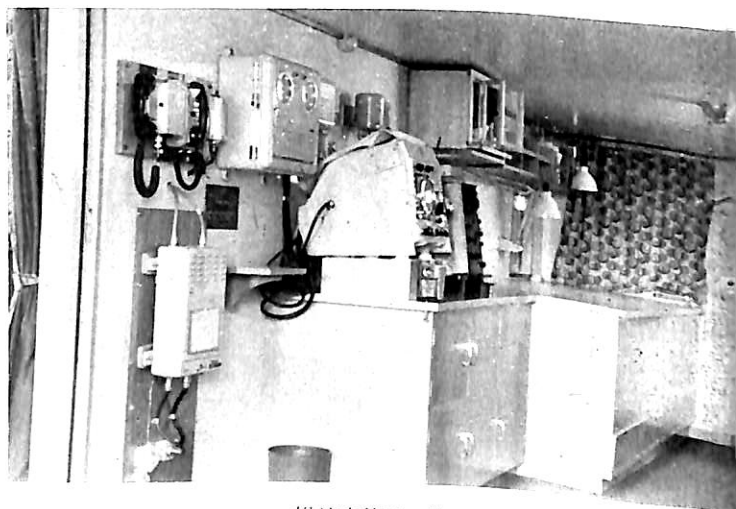


セルガイド

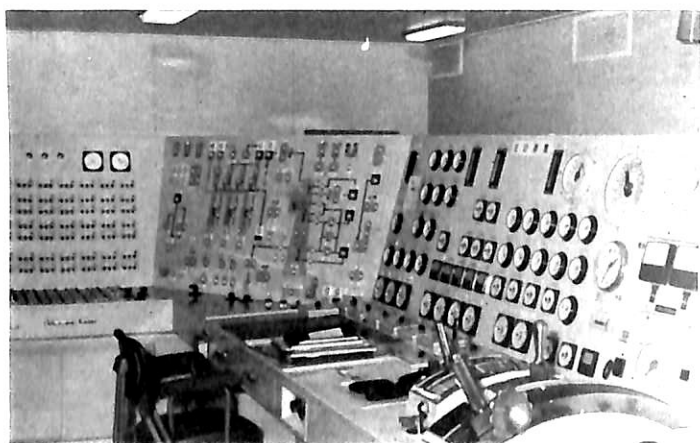


操 舵 室

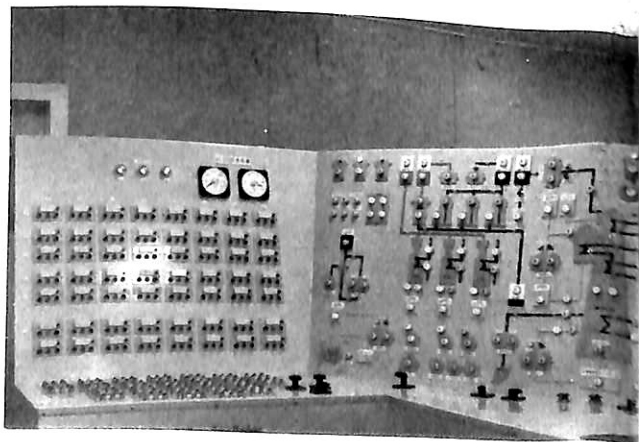
コンテナ専用船
ジャパ ン エ ー ス



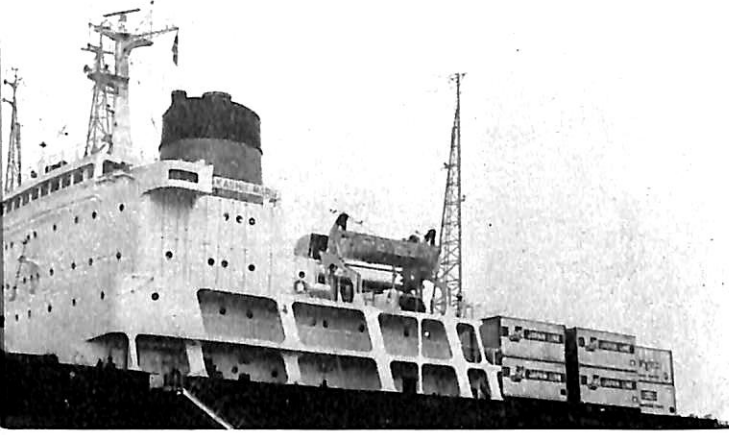
操舵室後面と海図机



機関制御室の主機、補機の遠隔制御盤と監視計器盤



加 州 丸
KASHU MARU



ブリッジ



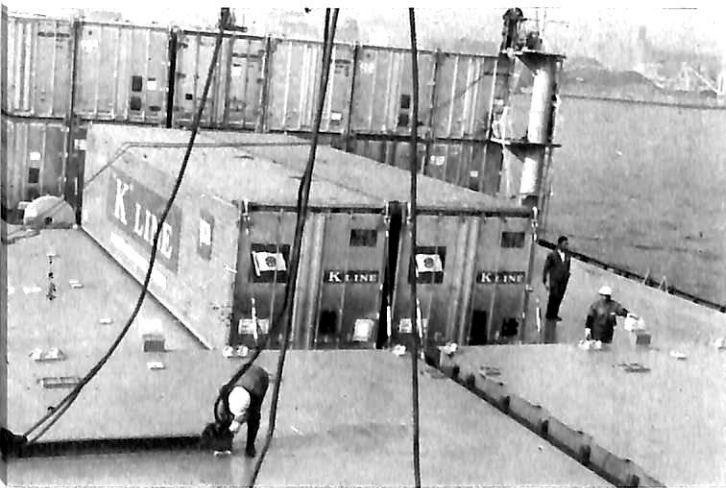
ハッチカバー上のコンテナ積付け



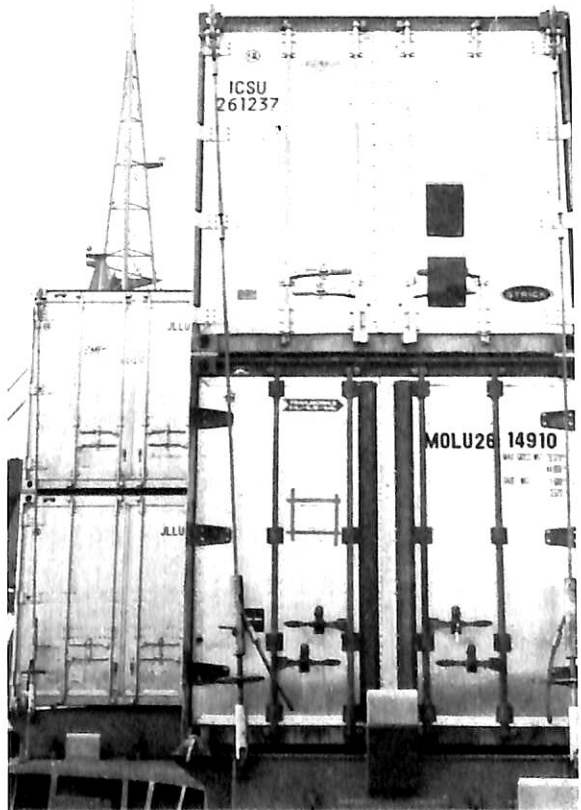
コンテナ・ターミナル岸壁クレーンによるコンテナ搭載



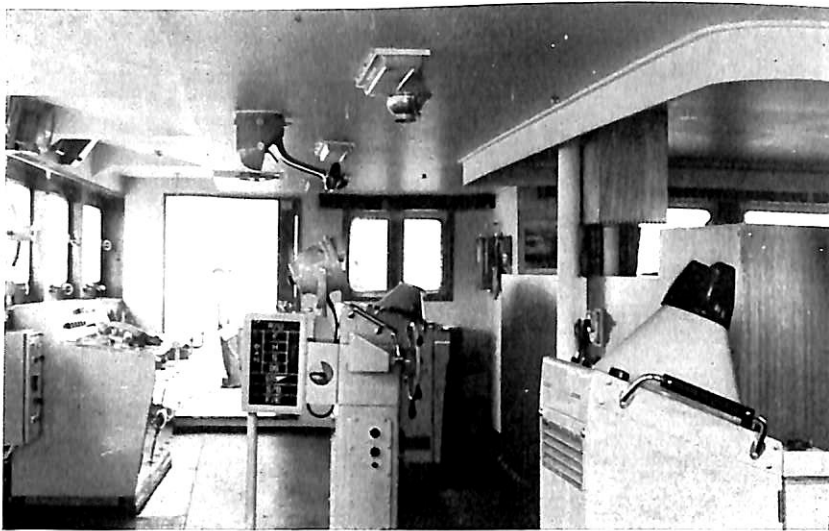
船尾部と搭載コンテナ



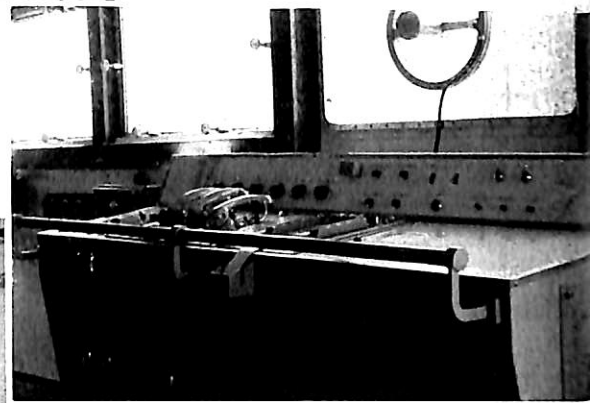
40'×8'×8' コンテナ積付け



コンテナ・ラッシング装具で固縛



操 舵 室



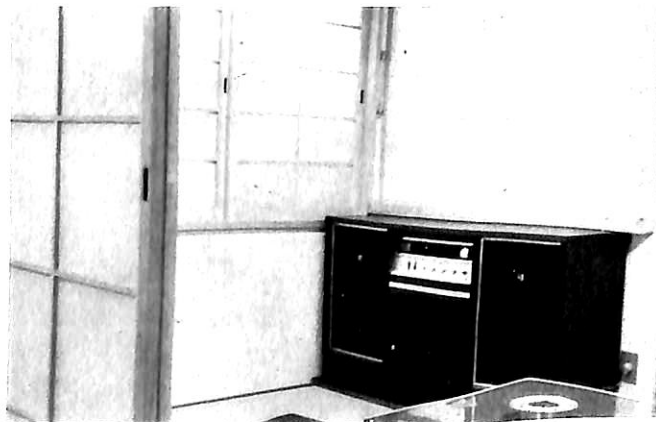
操舵室内ブリッジコンソール



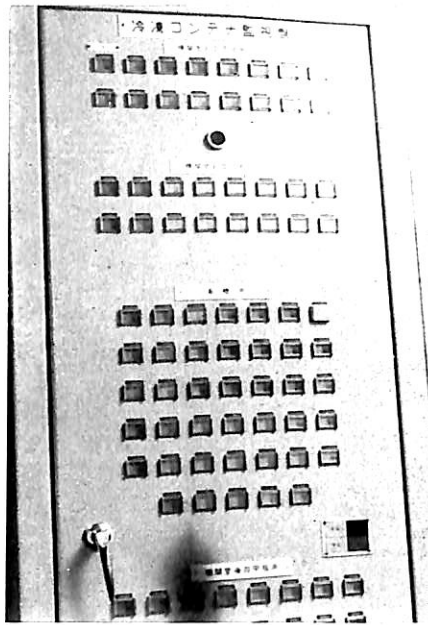
ダイニングサロンと喫煙室



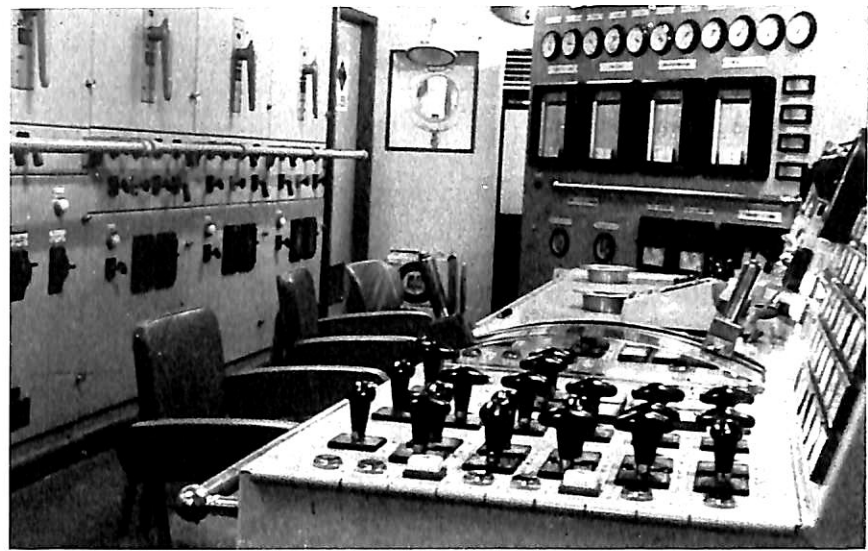
メスルーム



レクリエーションルーム



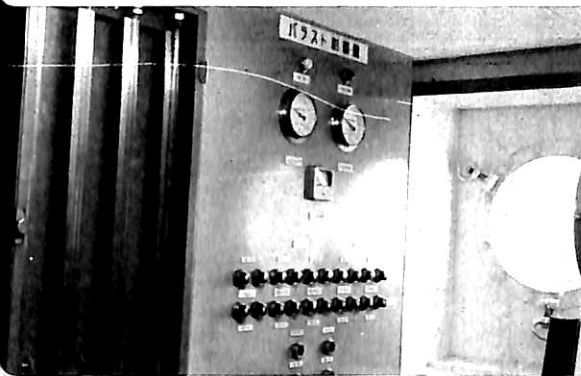
冷凍コンテナ監視盤



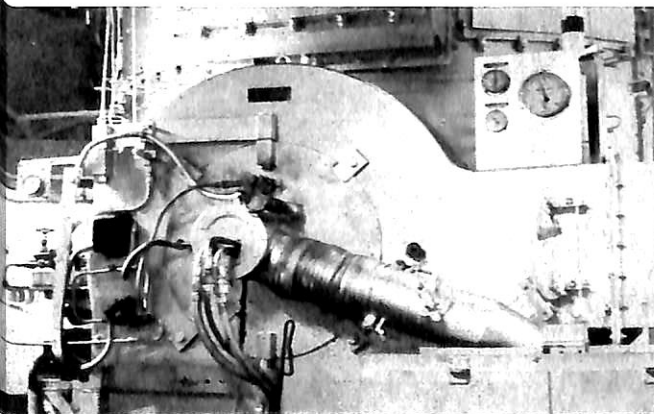
機関制御室の遠隔制御台



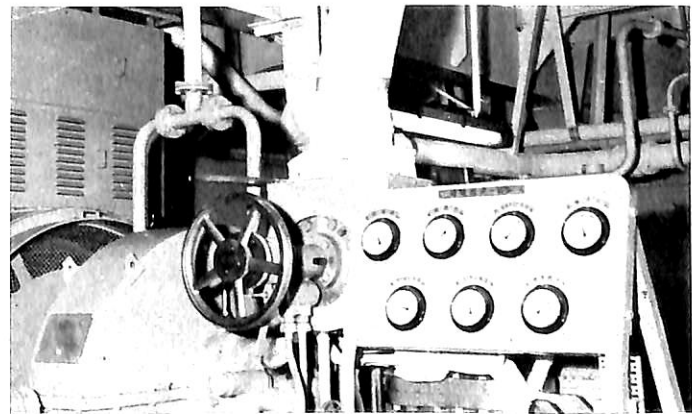
主機操縦盤



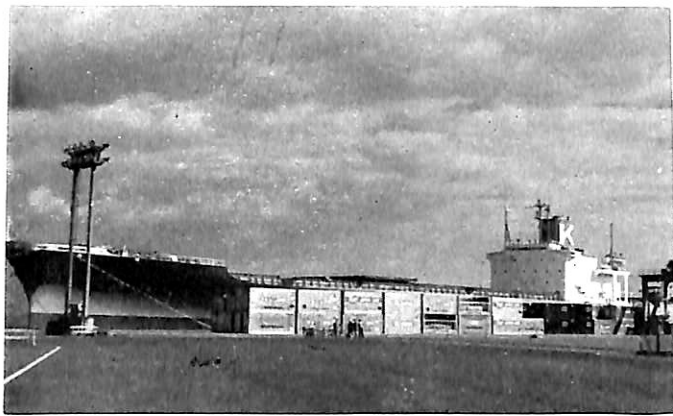
バラスト制御盤



補助ボイラー

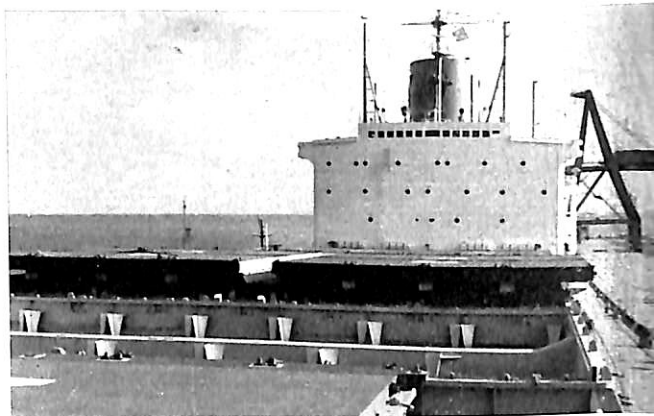


排ガスエコマイザー用発電機



コンテナ荷役中のごうるでん げいと ぶりっじ

川崎汽船コンテナ専用船 ごうるでん げいと ぶりっじ 川崎重工業・神戸工場建造
GOLDEN GATE BRIDGE



ブリッジフロントとコンテナ倉ハッチカバー



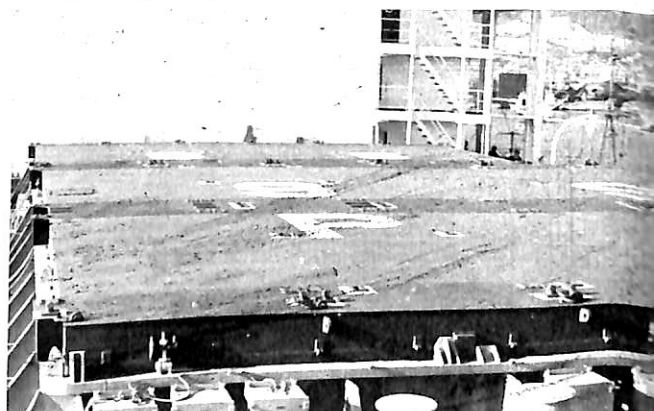
ブリッジ左舷側



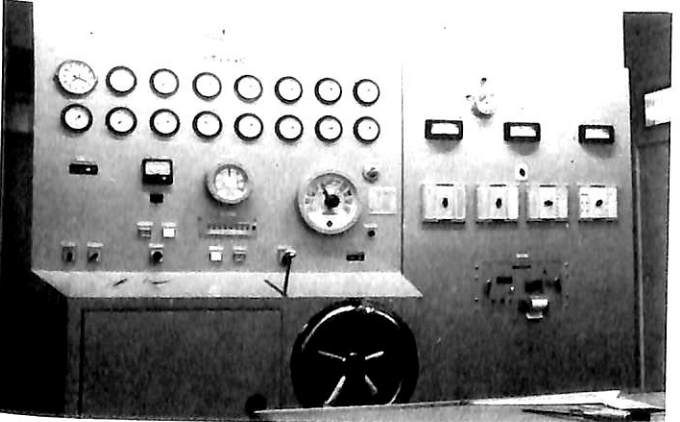
操 能 室



ダイニングサロンと喫煙室



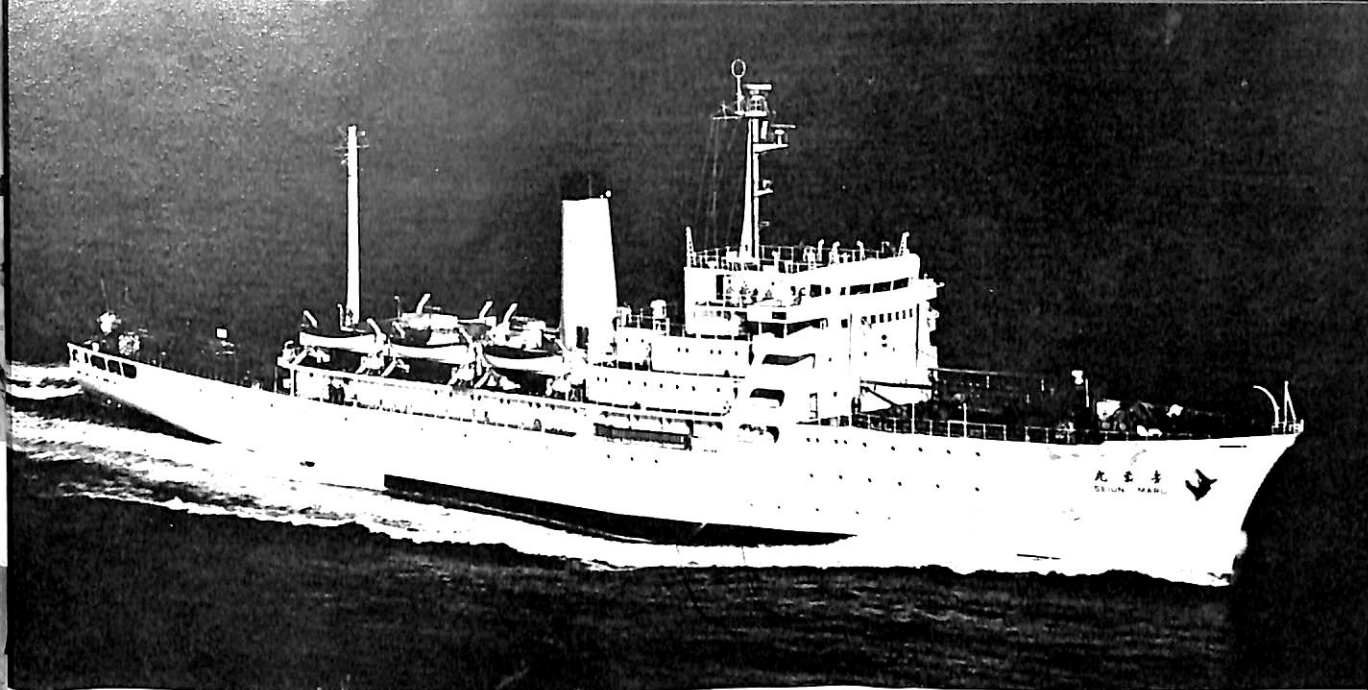
ハッチカバー



機関部制御室内の主機遠隔操縦台



ハッチカバーと冷凍コンテナ用電線リセブタクル



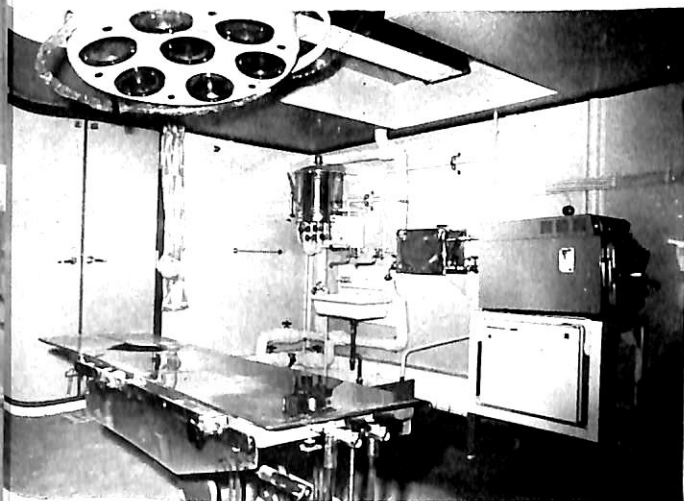
航海訓練所練習船

青雲丸
SEIUN MARU

日本鋼管株式会社
鶴見造船所建造

① 青雲丸

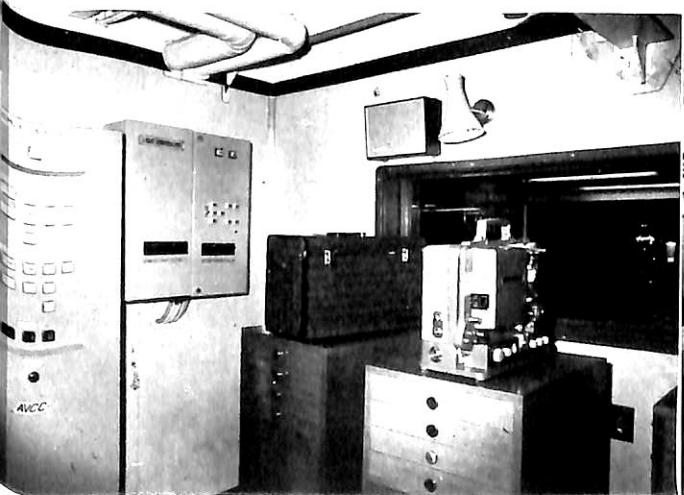
(詳細本文参照)



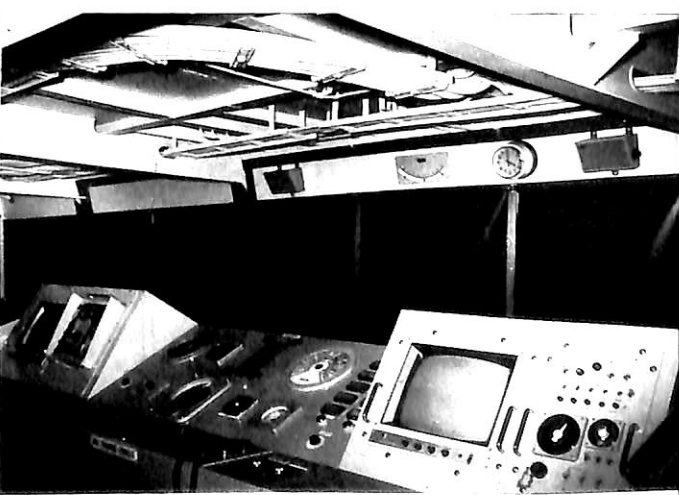
② 診療室



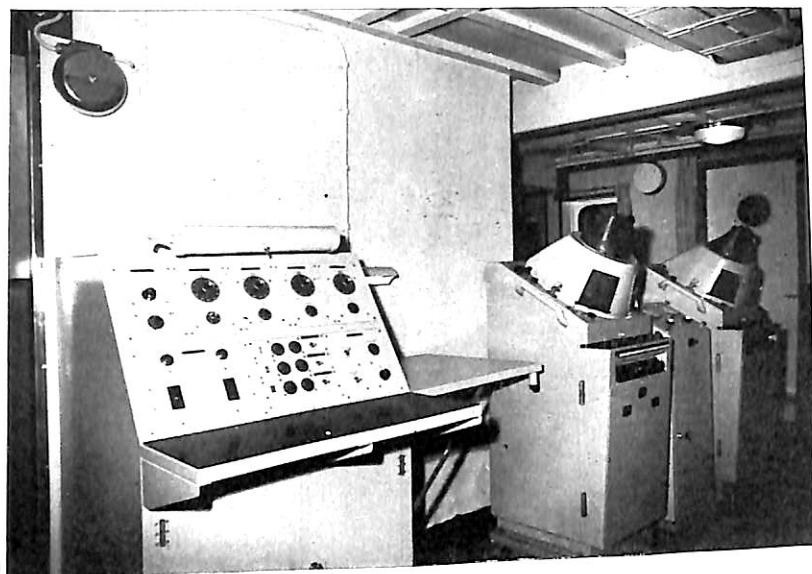
③ 第1教室



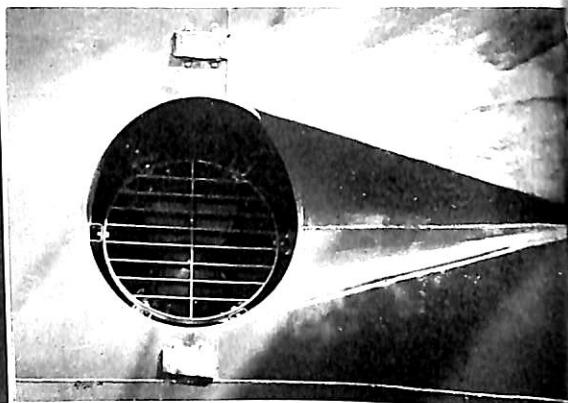
④ 視聴覚教育設備 (第1教室の後端にある)



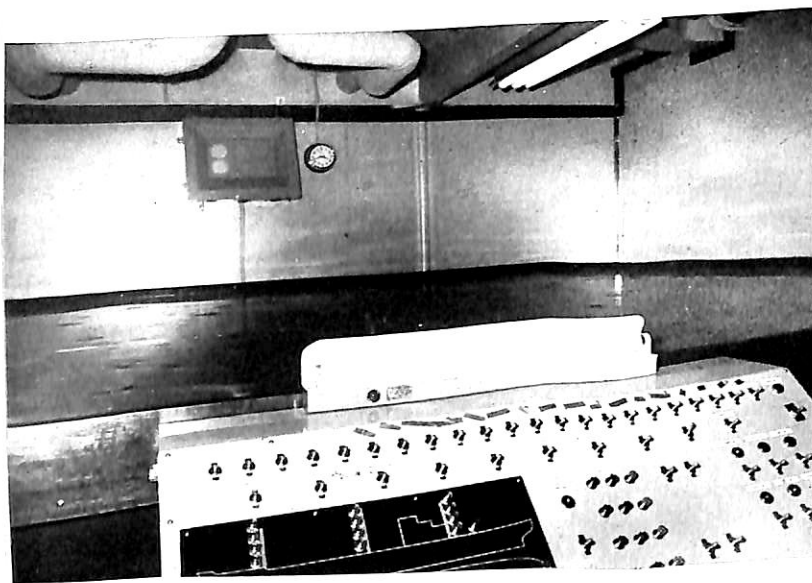
⑤ 実習船橋 (前面窓に暗幕をおろした状態)



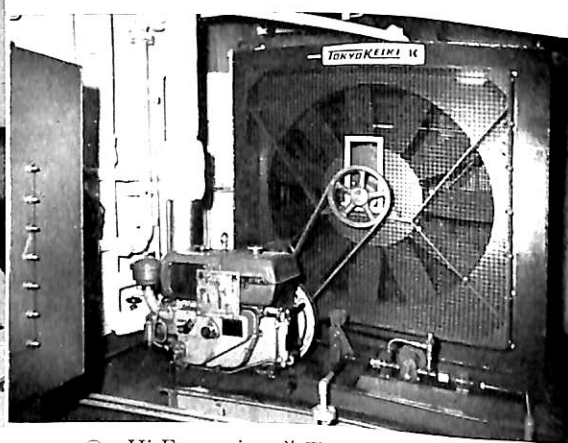
⑥ レーダー・シミュレーター



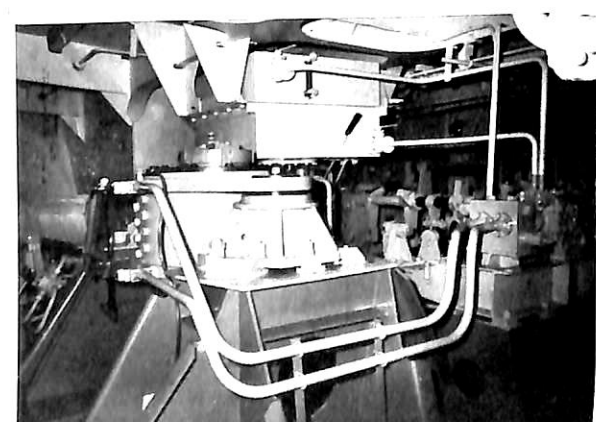
⑨ サイド・スラスタ



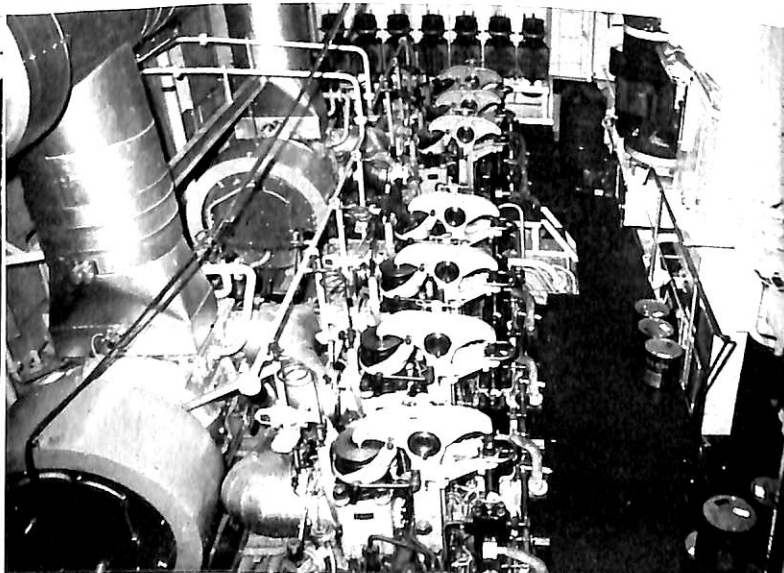
⑦ 航法演習模型設備



⑩ Hi-Expansion 泡発生装置



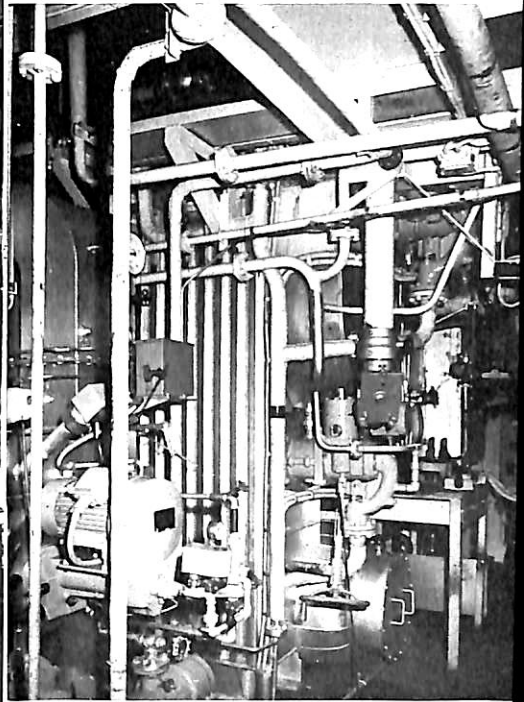
⑧ 舵取機械



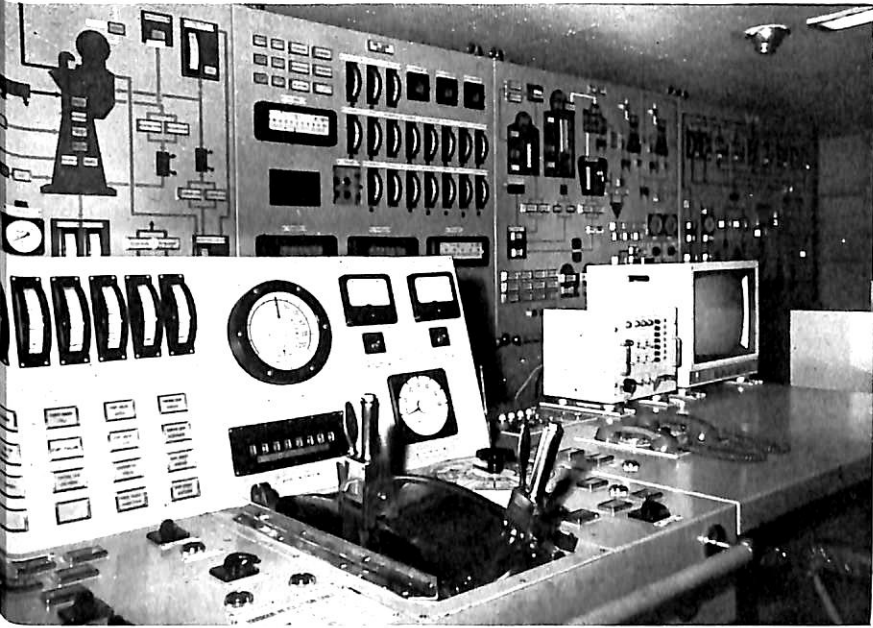
⑪ 主 機 械



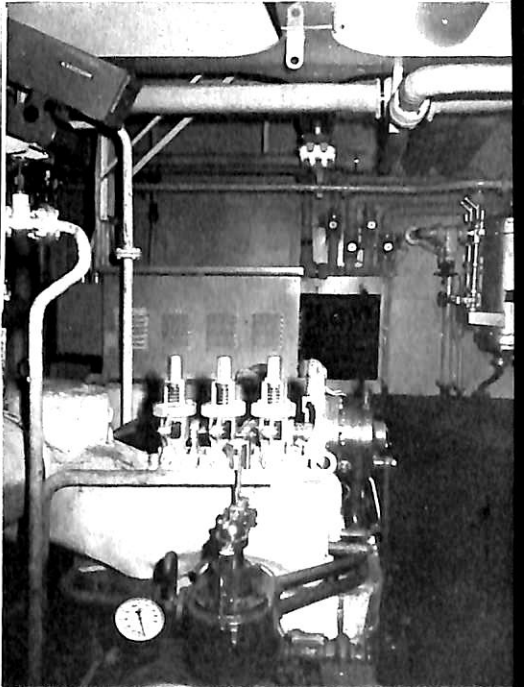
⑫ 船橋内操縦スタンド



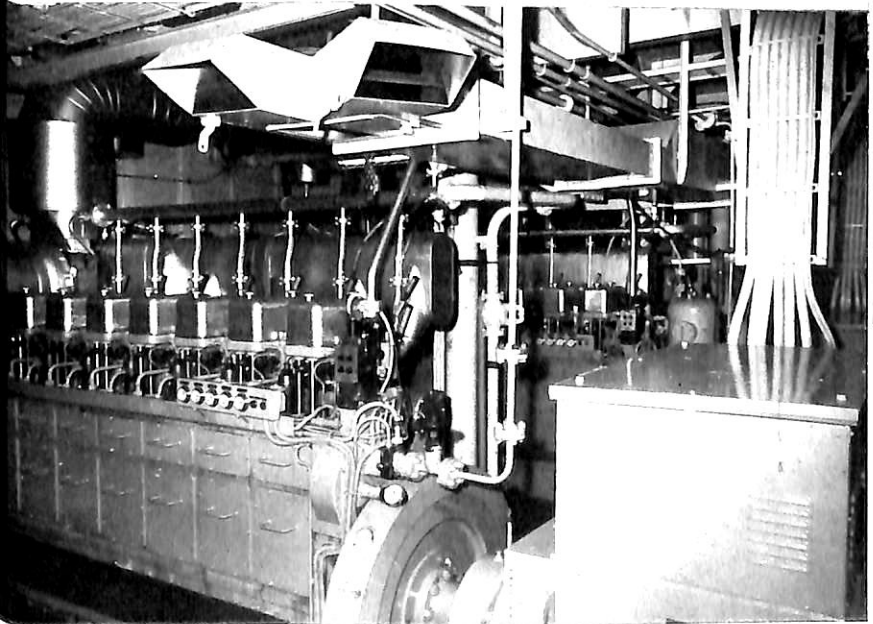
⑬ ボイラー付近



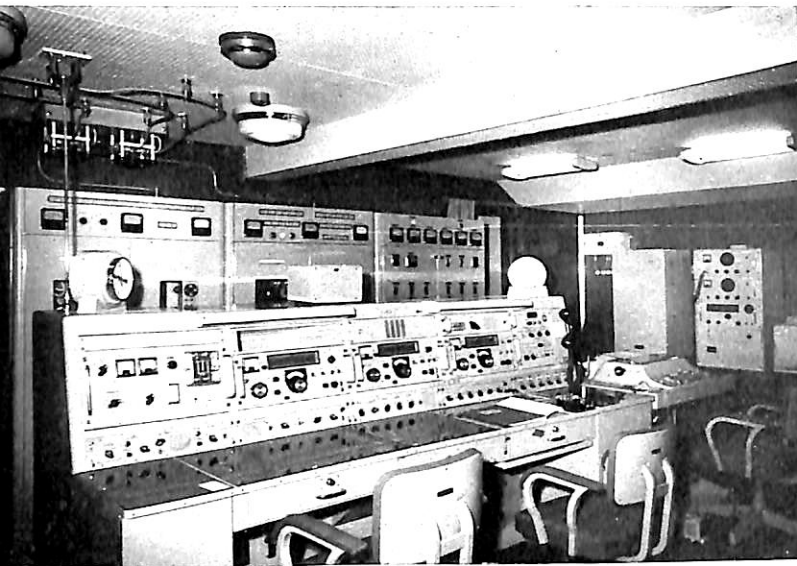
⑭ 制 御 室



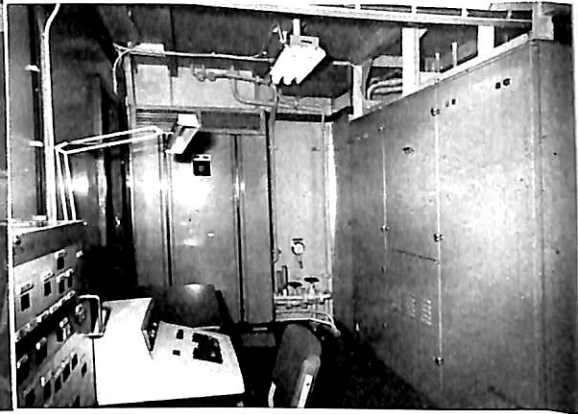
⑮ タービン発電機



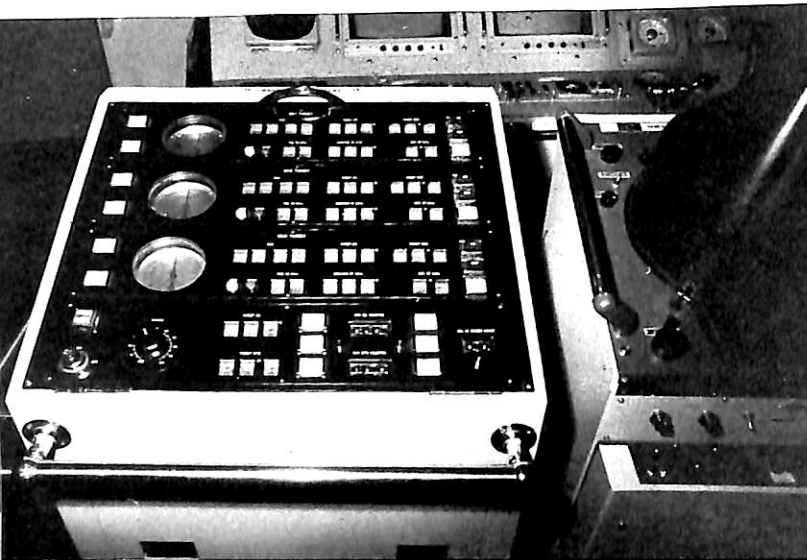
⑯ ディーゼル発電機



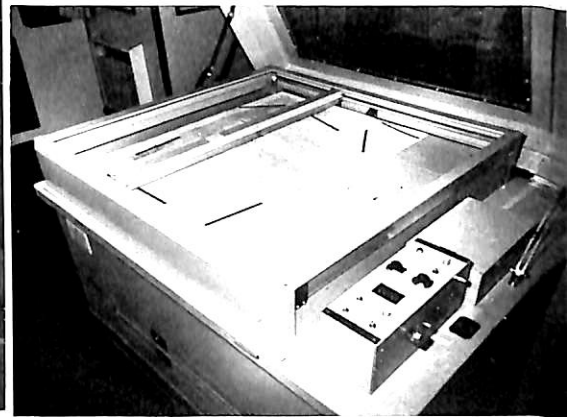
⑰ 無線室



⑱ 電子計算機



⑲ Navigation Data Display



⑳ X-Y Recorder



㉑ Stopping Data Display



㉒ 人工水平台 (格納状態を示す。使用時前方へ搬出す)

日本の造船技術の取組むべき問題点

運輸省船舶局長

佐藤 美津雄

新年おめでとうございます。本誌も創刊以来本年で20年を迎えられたことは誠におめでたいことで心からお喜び申し上げます。また今後一層の充実とご発展を期待してやみません。

× × ×

新年は海運界にとっても、造船界にとっても新しい発展期を迎えることになった。すなわち海運界は新海運対策の決定により、新年度から6年間に2,050万総トンの大量建造計画を実施することになったし、造船界は輸出船について日本輸出入銀行の延払金利引上げによって直接の金利負担が掛かることになったからである。

新海運対策に対する造船界の責務はきわめて大きいのであるが、かねて造船界の希望する長期建造予約制度の採用が実現したので、計画造船の安定化が大いに期待されるにいたった。輸出入銀行の延払金利の引上げは、国際的な延払条件の改善を見込んで決定されたものであるが、この改善が実現しなければ日本造船界の受注競争における不利は否定できず、あらためて国際協調の必要性が痛感されるところであり、目下 OECD において検討されている協定の成立が緊急の問題としてその結末が注目されるどころである。

申すまでもなく、わが国の造船量は昭和31年以降連続して世界の首位を占めてきたことは、わが産業界の偉業として高く評価され、関係者の誇りとするところである。現在における世界の造船意欲はきわめて旺盛であり今後も経済成長と輸送需要の見透しに立てば当分この傾向は続くものと考えられるので、日本の造船量もいままでの推移を持続するだろうことは十分期待される。しかし造船業を取巻く環境は日一日と厳しさを加えてきている。ヨーロッパの造船業は先年来の巻返しに着々と成功し、数年分の造船量を確保し、さらに発展を期して努力を続けているし、国内では資本自由化による外国資本攻勢に直面するとともに、労働力減少、物価値上りなど建造コストの上昇要因が厳しい環境を醸成するにいたっている。今後も世界の王座を守るためにはさらに厳しくなるであろう環境に打勝つための企業合理化と経営基盤の強化を強力に押し進める必要性が痛感される。

現在は技術革新の時代であり、科学技術の競争に打勝

つことが企業を守る最強の武器であるといわれる。経営の戦略が技術開発を中心に進められてこそ将来の目標に到達できる唯一の途であろうと思われるが、特に総合産業である造船業は、安定した関連工業なしではその能力は発揮できないので、造船業も関連工業も提携して技術開発に挺身する必要がある。造船技術の先端を進んだ日本の技術がさらに前進するためには官も民も協力して組織的にも長期的にもこれを推進することが当面の責務であろう。

当局においても上記の見地から指導的役割を果たすことを念願している次第であり、つぎに具体的問題点について主な点に触れてみよう。

(1) 審議・研究体制の強化

運輸省には造船技術審議会があり、各種部会があってこれまで造船問題の各般について重要課題の審議を行ってきたのであるが、新年度からは新たに運輸技術会議を設けその下部に常設の総合・技術開発および造船技術の各部会を設け、省としての技術開発の審議体制を強化することとなった。このため従来の造船技術審議会は廃止することとなった。政府の技術開発はその財政事情に支配されるのできわめて制限的であるが、組織変えをすることによって従前よりも強力に推進できるものと期待される。今後任命される委員の活発な指導的役割を期待するものである。

つぎに民間の研究体制はすでに整っているともいえるが、さらに従来より幅広く、かつ強力に推進するため日本造船研究協会の基盤強化が図られており、新年度から一部基金を設けて従来実施困難なテーマも併せて研究できる体制にする予定である。

日本船用機器開発協会は昨年に海洋機器開発本部を発足させ、船用機器開発に加えて海洋開発機器の開発に本格的に取組むこととなった。新年度からの発展が期待されるものである。

民間の造船関係の研究開発は政府の科学研究補助金を含めて活発化するものと考えられるが、従来各種研究開発を調整する機関として日本造船研究協会に造船技術開発協議会があるが、現在のように機関がそれぞれ独立して研究開発を行なうときにはこの協議会の役割は十分に

果たし得ないうらみがある。研究開発の企画、調整、評価はきわめて重要であり、資金の効果的使用の見地からも是非活発な運用が望まれるので、新年度からはこれを独立の任意団体に組織を改め、関係機関の総合的な調整を行なえるように再発足すべく準備中である。政府の審議会と、この新しい開発協議会の活動によって官民一体となった開発体制が一段と強力になるものと期待される。

(2) 船舶製造工程の省力化

造船業は労働集約産業であり、労働力の確保はきわめて重要であるが、近年の労働力不足ははなはだしいものがあり、特別の対策なくしては造船の優位性を保つことは困難となりつつある。陸上の先端的企业はすでに電子計算機を大幅に導入し、無人工場が出現している。今後の労働力不足を解決するためには船舶建造工程の機械化、自動化が是非必要と考えられ、この問題解決のために当局に委員会が設けられ積極的な調査活動が開始された。これに応じて造船研究協会においても来年度から具体的なテーマの解明に乗出すべく準備を進めており、新年度からは両者一体となって活動を進めることになる。

現在考えられている目標は新年度から3年計画で、既設造船所については現在人員の約3分の2、新設施設にあっては同じく約3分の1の人員によって操業することを目標としている。その手段として、他の先端工業の実体調査とその応用、作業環境の徹底的な改善、使用機械器具が多種にわたるため、省力化に繋る新しい器具類の開発などに着手し、進んで建造工程の省力化を実現しようとするものである。この研究はきわめて意欲的なものであるが、また困難なものでもあるので、総力を結集してあたる必要がある。

(3) 超自動化船の開発

日本は自動化船の先駆者であったが、その後のヨーロッパ造船界は日本を凌ぐ形勢にまでなってきた。労働力不足は船員不足としても現われ、船腹増加の趨勢に対処するためにはさらに無人化船の開発の必要性が生じた。従来は機関部の集中制御方式による自動化船であったが、今後は甲板部を含め船舶全体としての自動化船が必要である。このためには造船界は船主、乗組員、関連メーカーを含めた経験、知識を活用し、電子計算機の採用による船舶のシステムを完成する必要がある。当局としても昨年度から4年計画でこれに着手し、すでに造船研究協会と提携してその推進に努力をしている。昨年の研究実績からその成功は疑のないところであり、一部実船に利用できる段階まで進んでいる。第25次船、26次船に順次新しい自動化船が誕生することになるであろう。

またこの研究の中で特筆すべき事項に「この研究に伴わない完成された特許、技術ノウハウの取扱に関する基本方針」が作成され、関係各社間で公開されることになったことである。先端技術の共同研究の困難性は、新しい特許、技術ノウハウの取扱に掛かっているというも過言でないが、本研究においてこれが解決されたことはきわめて大きい成果であり、今後の共同研究の方法に与える影響は甚大であるといえよう。

(4) 原子力船

わが国の原子力商船の第1船は日本原子力船開発事業団によって開発が進められ、すでに去る11月27日に石川島播磨重工業株式会社において起工式が行なわれた。進水は本年6月、船体引渡は明年5月、炉引渡、燃料装荷が昭和47年早々の予定である。なお原子力炉は三菱原子力工業株式会社の軽水減速冷却炉(36MW)である。

しかし第2船以降の実用船については未だ具体的方策が定まっていない。

原子力船は将来巨大タンカー、高速コンテナ船による高速輸送時代を間近に迎え、その経済的優位性は次第に評価されてきており、世界的にもその気運が高まりつつある。米国においてはすでに高速コンテナ船隊の太平洋航路配船の構想が真剣に取り上げられている。

原子力委員会は「原子力開発利用長期計画」を昨年4月に決定したが、この中において原子力船について、原子力第1船の建造、運航の経験をもととして、船用炉の改良に必要な研究開発を促進し、昭和50年代前半に運航することを目途として原子力船の建造計画とこれに必要な方策を推進する必要があることを述べている。

最近ドイツから欧州原子力機関に提出されたレポートによれば、コンテナ船の場合、15,000D W, 30,000馬力、23ノットの原子力船が在来船より有利であるとしており、本年はこの報告書に基づいて本格的な原子力船の討議が行なわれることとなっている。

実用的な原子力船については未だ時期尚早であるとの意見もあるが、第1船の開発成果が着々と蓄積されている間につぎの段階の開発利用を推進しなければこの技術が置き去りにされる危険性がある。この点政府は十分に対策を講ずる必要があり、新年度はその出発の年になる。

(5) 海洋開発

海洋開発は、この1年間位に官民を問わず多くの意見が発表され、原子力、宇宙開発について第3のビッグサイエンスとして採り上げられてきた。海洋資源は未着手のまま現在にいたり、最近ようやく総合的な調査、開発の重要性が叫ばれるようになった。

今後は海底牧場、海中公園、プラントの建設等多方面にわたる開発が必要となろうが、このためには人間が陸上と同程度の作業を行ないような機器類の開発が主要な議題となろう。

造船界においては企業化の目標を樹て着々と準備を進め、自社開発のみならず、新会社の設立、米国ルトーノ社、オランダ IHC 社などとの技術提携など意欲的な活動を開始した。

また日本船用機器開発協会は昨年海洋機器開発本部を発足させ、機構の充実を計り、新年度から本格的にこれに取り組むこととなった。

政府はすでに潜水調査船「しんかい」の建造を行ない、川崎重工業株式会社から海上保安庁に引渡されることになっているが、新年度からは各省庁が科学技術庁を中心として開発計画を実施することとしている。目下、総理府の海洋科学技術審議会が国際協力を含む開発計画を審議中であり、近く答申をすることになっているので、政府の方針も一層明確になるはずである。

運輸省としては、新年度からの3カ年計画で海洋観測塔と海中作業船の設計・試作を予定しているが、前者は台船上に4段に格納してある観測用筒を深さ100mに降下させ、先端にある観測室にエレベーターによって人員が出入できるように構造したものである。後者は3人乗の潜水自航船で、重量物運搬設備とボーリング設備を有するものである。潜水深さは200mとしているので大陸棚の全領域に使用できるものである。これらが完成した暁には日本の海底資源開発は画期的に促進されるであろう。

(6) 巨大船の安全対策とマラッカ海峡の安全航行

船舶、特にタンカーの巨大化は世界海運界の趨勢であり、技術的にも経済的にも解決しなければならない課題となっている。また航行安全の面からも多大の問題点を提起している。昨年9月にはNBCから受注した312,000 DWのタンカーが、石川島播磨重工業株式会社、三菱重工業株式会社において引渡しを完了した。引続いて残りの4隻も本年夏までには完成の予定であって、わが国の巨大船建造の実力を如実に世界に示した。

運輸大臣は昭和40年7月、造船技術審議会に対して「巨大船建造上の技術的問題点とその対策」について諮問を行ない、同年12月にその答申をうけたが、昭和41年度には巨大船総合委員会を設けて20万DWタンカーの試設計を、42年度には50万DWタンカーの試設計を行なった。これは官民協力の下に世界に先駆けた資料であり、

各社が巨大船を建造する際の有効な手引書となることを確信するものであるが、特に50DWタンカーはこれにより直ち建造できるのではなく、問題解決の重要な課題を提供したものと評価されるべきものである。

日本の巨大タンカーはマラッカ・シンガポール海峡を通過することになるので、この航路の安全航行が刻下の緊急課題となっている。昨年3月英国南西岸沖におけるトリーキャニオン号座礁事件は、英仏両国に大損害を与え、国際問題として討議されるにいたった。わが国もIMCO 航行安全小委員会にたいし、マラッカ・シンガポール海峡の航路計画を提案し、これに基づいて水路測量の実施、航路標識の整備の実施などについて、インドネシア、マレーシア、シンガポール沿岸国および同海峡通航の利害関係国間の協議が行なわれることとなった。このため、運輸省は「マラッカ・シンガポール海峡航路整備推進本部」を設け計画の推進を行なう一方、民間では日本海難防止協会に民間関係団体からなる「マラッカ・シンガポール海峡協議会」が誕生し、直ちに調査活動を開始した。新年度には独立機関に組織を改めて本格的な活動を行なうこととなっているが、航路整備など大きい企画が実施に移されるのも間近いことである。本航路の整備により、航行安全体制が確立されれば、わが国の巨大タンカー建造について大きい指針を与えることになる。

結 言

わが造船業は戦後の荒廃から立ち上がり、今日の地位を礎いたのは官民一体となってあらゆる努力をしたからにはほかならないが、技術開発についてみると船殻の設計および建造関係の技術を除いては誇るべきものは少なく、そのため技術革新に対処する手段として競って外国からの技術導入を図っている現状であり、大量建造に伴う技術援助契約の対価支払は年々増加する状態にある。技術独立が経済独立の要件であると認識されている技術革新の今日、代表的産業である造船界は関連工業界とともに、外国依存度を弱め、独自の技術による発展を望むべきであり、このためには、良いテーマを選択し、これに十分な研究開発投資を行なわなければならない。

前述した問題点は当面の取組むべき課題、あるいはすでに進行しているものうち大きいプロジェクトであるが、改善、改良という技術問題は数限りなく多いことであろう。新年を迎え、造船界の発展のため、さらに技術開発に努力されることを希望してやまない。

12月のニュース解説

編集 部

○海運造船問題

●一般政治経済問題

- 2日(月)●外貨準備高は11月末現在で27億7,800万ドルと4カ月連続記録を更新す。
- 3日(火)●11月の輸出信用状受取高は9億1,800万ドルで季節調整後の前月比5.3%と依然好調。
- 7日(土)○44年起工の近海船は輸送協議会により新規に16隻の建造承認が得られた結果77隻に達する
○IMCO(政府間海事協議機構)の総会および理事会はタンカーによる油汚染防止のために沿岸国はその危険があるとき、条件つきでタンカーの爆沈を認める。
- 8日(日)●バーゼルでBIS(国際決済銀行)理事会開く。投機の短期資金還流案に合意。
- 9日(月)○運輸省沢海運局長は新海運対策のための新しい法律案を12月中に決め、44年1月の通常国会に提出したいと述べる。
- 10日(火)●第60臨時国会召集。
●東京府中市で銀行の輸送車、史上空前の現金3億円奪われる。
●ソ連最高会議1969年国家予算案を報告。国防費6%増、消費財7.5%増産を計画。
○日本輸出入銀行は貸出金利の変更時期に当る今年度末の船舶むけ融資承諾について建造資金貸出開始時期を基準に年度内融資承諾船の扱いに公正を計る旨声明。
- 11日(水)●米次期大統領ニクソン政権の全閣僚決定。国務長官はロジャース氏。
- 12日(木)○大手造船各社は大学紛争の影響を受けて、大学紛争で留年が予想される採用内定者の取扱いに苦慮。
●11月の国際収支、総合で2億1,000万ドルの黒字。
- 13日(金)○大蔵省の関税率審議会は1万総トン以上の船舶輸入関税を44年4月頃から撤廃することを決定。
- 14日(土)○日本船用機器開発協会は44年度の研究開発計画を策定。事業費総額は約8億2,000万円、うち海洋開発関係には海底観測塔や海中ブルドーザーの試作研究等がある。
- 17日(火)●42年度国民所得統計発表、世界第2位に上昇。

- 米公定歩合引き上げ、5.5%の高金利復活、インフレ心理の排除に重点、カナダも追随。
- 運輸省船舶局調べによると外国メーカーの造船関連工業製品の輸入高は43年1~6月で93億8,400万円で前期比19億9,000万円の増加。
- 不定期船運賃指数、英国海運会議所調べでは11月は128.0で前月比8.6ポイントの上昇。本年3月について高水準、穀物運賃の上昇大。
- 19日(木)●日本南極観測隊 南極点に到達。雪上を83日間旅行。
○運輸省船舶局調査によると42年度中の造船ならびに関連工業の技術提携料海外支払額は84億8,600万円で前年度比50%増と大幅に増加。
○英国鉄鋼公社の鋼材価格全面引上げ発表により英国造船業者は船価に8%響くものであると強く非難。
- 20日(金)○日本を視察したスウェーデン大手造船業者は輸出船の延払い金利を6%に引き上げることにはスウェーデン造船業にも好結果をもたらすと声明。OECDで問題になっている輸出船舶のための信用条件を含んで発言したものの。
- 21日(土)●米3人乗り宇宙船アポロ8号 人類初の月旅行軌道に乗る。月周回飛行に成功(24日)、月10周を果たして帰途へ、地球引力圏へ(25日)、大気圏突入を克服して中部太平洋に着水、3飛行士元気に帰還(27日)、宇宙開発史上に数々の新記録、米の月着陸早ければ44年夏の見込みと発表さる。
- 22日(日)●プエブロ号乗組員釈放を米国務省発表。
- 23日(月)○運輸省沢海運局長は25次計画造船の建造要領では建造最低船型を輸出カーゴ積取り船10,000総トン、輸入カーゴ積取り船を15,000総トンとし、建造量を250万総トンの線で大蔵省と折衝していると発表。
- 24日(火)○運輸省佐藤船舶局長は記者会見で43年度の造船業に関し、一応順調に推移したが、さらに利益率の向上が必要だと説明。
○運輸省試算によると43年度海運収支は当初目標の7億7,200万ドルを上回る8億3,000万ドルの支払超過になる見込み。
- 27日(金)●第61通常国会召集、衆院の常任、特別各委員

長を改選。

●米の11月貿易収支1億7,000万ドルの黒字を記録。

29日(日)●東大入試 現状では中止に文相と学長代行の意見一致。

●イスラエル奇襲部隊ペイルート空港破壊、緊急安保理事会開催。

31日(火)●三菱、第一銀行間の合併で両行首脳合意。

●日銀券発行残高概算4兆420億円で越年。

来年度の「予算編成方針」と「経済見通し」決まる

政府は12月28日、臨時閣議を開き、「44年度予算編成方針」を決定するとともに、「44年度経済見通しと経済運営の基本的態度」を了承した。

来年度の予算編成方針は、わが国経済の現在の好調を維持し、きびしさを加える国際経済環境の中にあって国際収支の均衡を確保しつつ、これを今後の長期の繁栄につなぐとともに、根強い消費者物価上昇の基調を抑制していくためには、特段の慎重さと節度とをもって財政金融政策を運営する必要があるとして、①財政面から景気を刺激することのないよう、財政規模は適度のものにとどめ、②国民負担の軽減をはかるため、所得税および住民税の軽減を行ない、③財政体質の改善をはかるため、公債発行額を縮減して一般会計の公債依存度を引き下げ④引き続き総合予算主義の原則を堅持し、歳出内容は整理更新する、などとしている。

来年度の予算規模、国債発行額などの具体的数字については、明らかにされていないが、①一般会計予算の規模は、今年度当初予算の15.9%増の6兆7,430億円程度、財政融資計画は約11%増の2兆9,990億円程度、②所得税減税と国債減額はそれぞれ約1,500億円程度になる模様である。

来年度の経済運営の基本的態度は、「来年度は物価の安定に重点を置きつつ、内外情勢の変化に対応する経済政策の機動性に留意することにより、均衡のとれた経済の発展を図るべきだ」として、①消費者物価については農林漁業、中小企業、流通機構等の低生産性部門の近代化・合理化、有効な競争条件の整備等を中心とする構造政策を着実に推進し、また、本年度においては公共料金を極力抑制する、②貿易および資本の一層の自由化を進めるとともに、引き続き、輸出の振興、経済協力の推進、貿易外収支の改善に努める。③経済の効率化を進め、経済体質を強化するため、産業および金融体制の効率的な整備、企業の体質改善に努め、また社会資本の充実等社

会開発の促進を図るとともに、総合予算主義の定着、公債依存度の引下げ等財政の健全化を進めるものとする、④労働力不足の進展と急速な技術革新の展開に備え、労働力の有効活用ならびに人的能力の開発を促進するとともに、自主技術の開発を中心に科学技術の振興を図るものとする、となっている。

来年度の経済見通しはつぎのとおりである。①国民総生産は、41年度以降の3年間実質年率12~13%の成長を遂げた後を受けて、経済の実勢は拡大基調を続けるものの、来年度は名目で14.4%、実質で9.8%程度になる。民間の企業設備投資は、本年度の伸び率22.1%を下回って来年度は16.3%増になり、個人消費支出は、根強い増勢を続けて本年度の伸び率14.4%と同程度の14.0%増が見込んでいる。②これらを背景に鉱工業生産指数は、本年度の伸び率18.0%を下回って来年度は15.5%増になると見込んでいる、③物価については、卸売物価では1.2%程度の上昇を見込み、消費者物価では、その騰勢は根強いものがあるが、5.0%程度の上昇を見込んでいる、④国際収支については、貿易収支は本年度の輸入抑制の影響および海外経済情勢の不安等のため、来年度の輸出の伸びは本年度の伸び率25.3%を大きく下回り12.5%増となり、輸入の伸びは、本年度の伸び率11.7%を上回り15.6%増となり、その収支尻は27億ドルの黒字となるものの、貿易外収支が15億5千万ドルの赤字や長期資本収支の8億5千万ドルの大幅な赤字もあって、総合収支では1億ドルの黒字になるものと見込んでいる。

政府の経済見通しは、経済の実勢をふまえたうえでの予測というより、政策的な努力目標を加味した“来年度のわが国経済のあるべき姿”を画いたものである。今回の経済見通しについていえば、経済成長率は過去3年の実質成長率が12~13%であったのを考えると実際には来年度の政府見通しの9.8%を上回るものと見られる。また消費者物価指数の上昇を5%程度に押えたいとしているが、これは来年度の公共料金の値上げをいっさい認めないことを前提にしているものといわれており、来年度は国鉄、電電等の料金値上げが目白押しに控えており、これらの問題をどのように具体的に処理していくかが大きな課題となっている。

「本年度の輸出目標」改定される

最高輸出会議総合部会(会長、安西正夫氏)は、12月17日東京赤坂の日本貿易振興会で開き、①最近のわが国貿易上の諸問題と本年度の輸出見通しの改定、②最近の貿易外収支の動向と今後の見通し、③来年度の貿易振興および経済協力関係予算要求における輸出振興策につい

て検討した。

本年度の輸出目標については、去る7月の最高輸出会議で127億7,700万ドルと当初目標を決めたが、最近の輸出の好調な実績から約7億3,000万ドル増え、135億1,000万ドル（対前年度比25.4%）の輸出が達成できるものと輸出目標を改定した。このように輸出好調の大きな理由は、米国、西独等の急テンポな景気回復に加え、わが国の景気引締め施策の浸透等によって輸出が着実に回復したためと見ている。4月～11月の輸出動向を市場別にみると、先進地域向けは30.2%の高い伸びを示しており、とくにわが国の輸出の3割を占める米国向けは39.8%増と極めて好調である。また、西欧向けは西独を中心とするEEC市場は18.6%の増加をみた。一方、発展途上国地域向け輸出も東南アジア市場中心に伸びており、とくに韓国、台湾、フィリピンなどベトナム近隣諸国向けの増加が目立っている。これを品目別にみると、鉄鋼を中心とする金属および同製品の増加が著しく、とくに鉄鋼は米国の需要増により40.9%増の高い伸びを示しており、自動車、電気機械等機械機器の伸びも好調であり、その他化学製品が繊維製品も順調に伸びている。

貿易外収支については、海運収支は当初7億7,200万ドルの赤字を目標としていたが、用船料や港湾経費の支払いが増加して8億3,000万ドルの赤字になると見通している。航空および観光収支については、それぞれ当初目標より若干改善が見込まれ、航空収支は500万ドルの黒字（当初800万ドルの赤字）、観光収支は4,500万ドルの赤字（当初7,900万ドルの赤字）になると見通している。

来年度の輸出振興対策について検討した結果、つぎのような要望が出された。

- ① 本年度末ですべて期限切れとなる現行輸出振興税制を5年間延長する。（輸出割増償却、海外市場開拓準備金、中小企業海外市場開拓準備金、海外投資損失準備金、技術輸出所得控除制度、輸出交際費の課税の特例）
- ② 現行輸出振興税制を必要に応じて拡充を図る。（海外市場開拓準備金の拡充、海外投資損失準備金の拡充、技術等海外取引所得控除の拡充）

③ 現在の国際通貨不安に伴う為替リスクに対処し、企業に自衛力をつけさせるため、為替損失準備金を創設する。

④ 発展途上国、特にアジア地域からの開発輸入の促進。

⑤ 日本輸出銀行に対する来年度の政府出資1,130億円の確保等。

日米宇宙協力体制の進展

43年1月17日ジョンソン米大使より佐藤首相に手交された日米宇宙協力に関するジョンソンメモについては、その内容およびこれに対する日本側の回答がどのようなものになるかについて広く注目されていた。

12月23日愛知外相は日本側回答をジョンソン大使は手交するとともに、ジョンソンメモおよび日本側回答を公表した。それによると米側の提案は、平和宇宙協力について積極的な態度を示し、日本の宇宙計画に有用と思われる各種の機器および技術を提供し、また米国産業による技術提供を許可する用意のあるといっている。この協力は大きく分けて二つのものがあり、その一つは米国の打ち上げ施設を含め、通信衛星に関する援助であり、他の一つは日本自身の衛星打ち上げ機器の製造のための援助である。通信衛星に関しては、米側は衛星の開発のすべての面において協力したい意向であり、打ち上げ機器については、応用衛星を軌道にのせるため必要な打ち上げ機器のすべての面の開発において日本を援助する用意がある。ただしこれらの場合、政府間協定または企業間取り決めのもとで転移されるすべての技術または機器は別段の合意のある場合を除き平和目的に使用されること、これらの協力から生まれる技術または機器はいかなる方法によっても中共またはソ連に転移されず、その他の三国への転移については日米合意の場合に限定するとしている。

これに対する日本側回答は基本的には合意しながらも今後の話し合いにすべてをゆだねたもので、今後のわが国の宇宙計画とも見合せて米国との協力体制を確立する意向である。

昭和44年と「船の科学」創刊 20周年を迎えて

昭和44年の新春を迎え、読者のみなさまにはますますご健勝、ご活躍のことと存じおよろこび申し上げます。

「船の科学」は昨年11月1日に創刊以来満20年を数え本1月号を創刊20周年記念号として発刊いたしました。これもひとえに読者のみなさま、ならびに各方面のかたのご支援ご協力の賜と厚く感謝し御礼申し上げます。今後とも本誌の発展のために一層のご援助ご指導を下さいますよう、ここに御願い申し上げます。

昭和44年1月

船舶技術協会

超 大 型 船 の 問 題

石川島播磨重工業株式会社副社長

真 藤 恒

編集部より「超大型船建造についての問題点」について書くよう依頼を受けたが、超大型船といってもそのときどきで8万トンの時代もあり、今日のように30万トン型を指す場合もある。さらに将来はもっと大きな船のことを超大型船ということになろう。そして私としては、すでに30万トン級の船をつくった以上、このクラスまでなら建造上の問題はすべて解決したと考えている。企業としては、製品として売り出す時は自信をもって送り出すのが当然のことである。

それならば今後の超大型船についてどんな問題があるだろうかと考えてみるに、それは建造上の問題よりもむしろ経済的な問題のほうが重要なので表題を単に「超大型船の問題」とし経済的な問題点を分析することにした。

まず私が建造上の問題を小さく見た理由を少し述べてみる。

30万トン型ができるまでには、いくつかの解決すべき問題はあった。たとえば、できるだけ軽く船をつくる問題であるが、その手段としては船の長さ(L)を極力小さくおさえ、深さ(D)と吃水(d)をできるだけ大きくとる方法で、その効果は第1表に示すとおりである。

第1表 20万トン型で主要寸法を独立に1m大きくしたとき

	L増加	B増加	d増加
(1) DW増加量	620 t	4,400 t	11,400 t
(2) 船殻鋼材の増加量	190 t	400 t	550 t
(1)/(2)	3.3	11.0	20.6

第2表で超大型船のLが極力おさえられていることがわかる。このようなことができるのはタンカーはスピードが船の大きさの割合に比して小さく、Lのスピードに及ぼす影響が小さいからである。

船殻鋼材重量の増加をおさえる第二の方法は船殻のスキン・プレート厚さをなるべく厚くせず内部材を強くする方法をとり、また船体を梁とみなして深さ(D)を深くする方法によった。

第三の方法は荷油タンクの1個の大きさを思いきり大きくして1区画に25,000トン以上という莫大な油を入れ

第2表 超大型船のLとDW

	DW	L
出光丸	209,000 t	326m
ユニバース・アイルランド	312,000	330
37万トン型	370,000	330

るようにし、隔壁の数を減らすとともにパイプや弁の数を減らした。

この第二、第三の方法で迷惑を受けたのは建造する工場側で、隔壁の数がへったのはありがたいが、内部材の寸法が巨大になり運搬操作が困難となり、また作業員の行動性が著しく阻害されることになった。プライマリー・メンバーの縦通材ですら容易にまたげないほど大きくなったからである。

溶接を例にとってみると、ブロックの内部材が大きくなり立体化してきたため、能率のよくない立向き溶接が急激に増えた。

また船の深さ(D)を大きくしたため搭載時には目のくらむような高所作業が一層ひどくなり、安全上からの補助設備の仕事が大幅にふえた。

その他、大型化のための一般的な問題としては内業工場における仕事量のアンバランスの発生、運搬施設の増強、特殊塗装量の増大等、数々の問題が発生したのであるが、それらはいずれも対処できないものではなかった。

機関関係についてもディーゼル、タービンともに性能と馬力を増大し、船の大型化に追随し、1軸船のプロペラが巨大化して船尾軸受の面圧が高まれば中空軸で面圧を下げた。30万トン型にいたって2軸船とした。

機関の操縦や荷油バルブの操作など複雑化したり、人力操作に荷重がかかりすぎるようになれば自動化により解決をはかった。

20万トン建造時には15万トンの実績で得たデータをもとにし、30万トン型の建造には20万トンの実績をベースとし、30万トン建造にのぞんだ。30万トンの実績は、またつぎの大型船に役立つ。

このように段階的に大型化に進むならば今後といえども乗越えがたい技術上、建造上の壁が忽然として前方に

現われるとは思わない。

これからの問題はより大きな船が経済的に有利かどうかの問題である。

タンカーのコスト傾向をみると第3表のようになる。

第3表 10万トン型を基準としたDW当りのコストパーセンテージ

10万DWトン型	100%	低減率
15万DW ◊	90.5	9.5%
20万DW ◊	84.7	5.8
25万DW ◊	81.2	3.5
30万DW ◊	79.0	2.2
35万DW ◊	78.3	0.7

第3表で低減率をみると30万トン型と35万トン型ではわずかに0.7%である。この0.7%は実績からの延長カーブが示すものであり、数値そのものが重要ではなく、この程度の大きさになると、もはや安くできないということが重要な意味をもつ。というのは低減率がプラスであるということは、なお低減を示していることになるが、このカーブには大きな仮定がある。すなわち35万トン型も1主機、1軸船であること、各サイズの船はその船に適した設備をもった工場で、熟練した作業員により建造されるという仮定である。

1軸船、ある程度償却を終った完備した工場、超大型になれた作業員、この三つの仮定は35万トン以上には今のところ容易に満たされそうにない仮定である。

先に述べたように、われわれは鋼材重量を減らし、同時にDWを大きくするために、主要寸法比に工夫をこらしてきた。船殻重量を増す最大の要素であるLを20万トン型から目下計画中の37万トン型までほとんど一定におさえ、DWの増加を吃水(d)を深くすることに求めてきた。この手法も後述の理由から、もうぎりぎりの限度に近づいている。

隔壁の数を減らし大タンク方式を採用したが、タンク長さが、すでに65mに達し、容量は25,000トンを越え、これもまた限度にきていると思われる。

無論、われわれは今後も合理化を進め、また合理化はまだまだ可能であると考えているが、かつて5万トン→10万トン→15万トンと高い低減率でDW当たりのコストを引き下げてきたように、今後のより大型船の単価を下げ得る要因は見出し難く、かえって上昇の要因が目に見える。

技術の進歩によりカーブ全体を平行に引き下げること

はできて（これも実は労賃、材料費等のアップでむずかしいのだが）30万トンないし35万トン型付近からの上向き加減のカーブの傾斜を下向きにかえることはむずかしい。

船価の問題の他に、運航上の経済問題が重要になり、問題は建造者側より、むしろユーザー（大手石油会社、大手船会社またはそれらの連合体）側に移って行く。

すなわち、船の大型化に伴い航路の水深が相対的に浅くなってきた。日本—ペルシャ湾間を考える場合、シンガポール水道、マラッカ海峡の水深は30万トン型にはもう浅過ぎて満載状態では通れないので、新しい航路の開拓が必要である。

欧州の場合も30万トン級では、たとえ南アフリカ希望岬をまわって行っても、もうドーバー以北には入れない。

日本の場合も欧州の場合も30万トン級を着岸するためには適当な深さの場所を見つけて、着棧橋をつくる必要がある。それには適当な場所がほとんど油の消費地のすぐ近くには望めないのが実情である。つまり投資を行なうことによってCTS（Central Terminal Station）方式の基地をつくる必要がある。

すなわち、超大型船には基地をつくり、積地と揚地間を超大型船の船団でピストン航海をやり、揚地基地から消費地へ小型船で分配するCTS方式が必須条件となる。

ペルシャ湾内の積出施設も既存のものは使用できず、新たに浚渫、棧橋構築、海底管布設等の投資の問題がある。50万トン級になると9階建のビルが水中にすっぽり沈む深さの着棧橋が必要である。基地選定のむずかしさも含めて、これはもう簡単な工事ではない。

30万トン級以上にも船が大型化してくると、この船を少しでも経済的見地から軽くつくろうとするならば、長さ、幅は極力小さくおさえ、深い、吃水の大きい船をつくるのが合理的であるが、前述のように、航路の水深が相対的に小さくなっていくという問題、積地、揚地の基地設備は所要水深が深くなるために一層むずかしく、高額になる等相反する面が現われて、もはや船の主要寸法の決定でさえも造船所側が一方的に決定しがたい状況になって、これはむしろ基地、航路を考慮に入れて総合的にユーザー側で判断すべき経済的な問題となってきている。換言すれば、必要ならば航路の浚渫とか、長大な海底配管をしてでも、できるだけ船価の低い、深い吃水の船をつくるか、それとも航路浚渫やの高額の基地建設費をきりつめて、浅い吃水（従って長くて幅広い）の船を高価についてもつくるかの総合判断が必要になる。

この他に衆知のように大型船の保険料の問題などがあがるが、ここではふれないこととした。

船体・螺旋推進器・舵の相互干渉について

九州大学教授

上野敬三

1. はしがき

船の推進性能の問題は、つぎに示すように、(1)~(4)の4つに大きくわけることができる。

- (1) 船体の抵抗の問題
- (2) 螺旋推進器の性能の問題
- (3) 舵の問題
- (4) 以上3者間の相互干渉の問題

以上のうち、(4)はさらに、つぎに示すように、(a)~(c)の3つにわけることができる。

- (a) 船体と螺旋推進器との相互干渉の問題
- (b) 螺旋推進器と舵との相互干渉の問題
- (c) 船体と舵との相互干渉の問題

以上のうち、(1)の問題は、従来から非常に多くの学者によって研究されており、現在では、船の抵抗は、現論的または実験的に求めることができる状態にある。(2)の問題は、最近の揚力面理論の発展によって、空洞現象がおこっていない場合の理論的計算値と実験値との間に、定性的ならびに定量的に一致するような結果が得られている。(3)の問題は、単独の舵に関するものであって、前2者に比較すれば、推進性能におよぼす影響は小さく、舵が推進性能上問題になるのは螺旋推進器うしろに舵がある場合である。(4)の問題は、内容的には、(a)、(b)、(c)の3つの問題を含んでいる。以上のうち、(a)は(1)、(2)について、船の推進性能上重要なものであるが、従来から、この方面の研究が十分に進んでいなかったために、実船と模型船との間の推進性能上の相関関係が明らかでなく、ただ実験的に求めるよりほかに方法がなかった。現在行なわれている模型試験法も、その理論的根拠を欠いているような状態である。(b)の問題については、舵の厚さが厚い場合に、船の推進性能上に舵の影響のあることが明らかにされている。(c)の問題は、その影響が非常に小さいため、理論的研究は行なわれていないようである。

最近に山崎隆介助教授⁽¹⁾は、船舶推進の問題を解明するためには、船の抵抗・螺旋推進器の性能・舵の作用を流体力学的に総合して取扱うべきであるとして、その一般的な理論的取扱い方法に関する論文を発表し、中武一

明講師^{(3)~(7)}は、山崎の理論より出発して、船体と螺旋推進器との相互干渉の問題を理論的に解き、船の推進性能を理論式によって求める近似的な計算方法をみちびき、また山崎⁽²⁾は、螺旋推進器と舵との干渉が推進性能に及ぼす影響に関する研究を発表しているのであるが、これらの研究は、いずれも、非常に新しく、かつ、その分野での先駆的な研究であると思われるので、以下に山崎および中武の研究の大略を紹介したいと思う。以下螺旋推進器を単に推進器と略記することにする。

2. 山崎⁽¹⁾の静水中の船舶推進性能に関する研究の概略

山崎は、普通の船型を、船体・推進器・舵の3つにわけ、その流体力学的機構をつぎの仮定、すなわち

- (a) 流場は完全流体としての流れと粘性による流れとに分離することができるものとする。
- (b) 船体からは不連続流も自由渦も発生しないものとする。
- (c) 推進器および舵には空洞を発生しないものとする。
- (d) 推進器の軸は水面に平行とする。

が満足されるものとし、主として非圧縮性・非粘性のポテンシャル流れの問題として、総合的解析的に船の推進性能を根本的に解明しようと試みている。つぎにその基礎理論を紹介する。

静水面を単螺旋推進器・単舵の船が一定の速度で航行しているときの推進性能について考える。空間に固定した直交座標系 $O-xyz$ をとり、さらにこれを $x=x, y=r \cos \theta, Z=r \sin \theta$ によって、円筒座標系 $O-xr\theta$ に変換する。 x 軸は推進器の回転の軸と一致するようにえらぶ。すなわち、推進器は x 軸のまわりで θ の負の向きに一定の角速度 Ω で回転しながら、 x 軸の負の向きに一定の速度 V で前進しているものとする。 y 軸を鉛直方向上向きにとり、原点が推進器とともに x 軸に沿って平行移動する直交座標系 $O_1-x_1y_1z_1$ を $x=x_1-Vt, y=y_1, z=z_1$ となるようにとる。ここで t は時間をあらわし、 O_1 点は推進器の軸上の代表点の位置と一致するものとする。 $O_1-x_1y_1z_1$ 系は船体に固定した座

標系と考えてよい。 V は船の速度と一致する。推進器の翼数を N とする。船体の表面 (S) および排水量 Δ は、 x_1, y_1, z_1 の関係式であらわすことができる。推進器の第 k 番目の翼の厚さの平均面 (bk) をパラメーター r, v を用いてあらわし、翼面および自由渦のえがく螺旋面のピッチを近似的に $2\pi h(r)$ とする。舵の平均面 (R) はパラメーター y_1, u を用いてあらわす。

さて時間 t における点 (x, y, z) または点 (x, r, θ) の速度ポテンシャルを ϕ とする。船体による速度ポテンシャルを ϕ_S 、無限流体中における推進器の誘導する速度ポテンシャルを ϕ_P 、同じく舵によるそれを ϕ_R としこれらに対する水面 (自由面) の影響をあらわす補正の速度ポテンシャルを、それぞれ $\phi_{WS}, \phi_{WP}, \phi_{WR}$ とすると、 ϕ はつぎのようにおくことができる。

$$\phi = \phi_S + \phi_P + \phi_R + \phi_{WS} + \phi_{WP} + \phi_{WR} \quad (1)$$

今時間 t において、船体表面 (S) 上の点 (x_1, y_1, z_1) に強さ $m_k(x_1, y_1, z_1) dx_1 dy_1$ の吹出しを分布して、 ϕ_S を計算する。また推進器の第 k 番目の翼の平均面 (bk) 上の v —一定に沿った束縛渦の強さを $\gamma_k(r, v, t)$ とし、それから発生する自由渦は後方に収縮しないものとし、翼の厚さを $t_P(r, v)$ として ϕ_P を計算すると、 ϕ_P は load (または渦) による項 ϕ_{Pl} と、翼厚さ (または doublet) による項 ϕ_{Pt} の和の形になる。すなわち

$$\phi_P = \phi_{Pl} + \phi_{Pt}$$

さらに $x_1 y_1$ 面のごく近くに舵があるとき、舵の平均面 (R) 上の y_1 方向の束縛渦の強さを $\gamma_R(y_1, u, t) du dy_1$ とし、舵の厚さを $t_R(y_1, u)$ として、 ϕ_R を計算すると

$$\phi_R = \phi_{Rl} + \phi_{Rt}$$

の形に書くことができる。以上のように、船体・推進器および舵は、吹出し分布・doublet 分布および渦分布でおきかえられ、しかも渦分布は、doublet 分布でおきかえられる。これらを ϕ の式に代入し、水の自由表面の条件を満足するようにすると、水は完全流体と考えたときの船のまわりの速度ポテンシャル ϕ を求めることができる。この ϕ による誘導速度の x, y, z 方向の成分 w_x, w_y, w_z 、および r, θ 方向の成分 w_r, w_θ を計算する。また粘性による船体のまわりの速度成分を $v_{1x}, v_{1y}, v_{1z}, v_{1r}$ および $v_{1\theta}$ とする。

$V_x = V + w_x + v_{1x}$, $V_r = w_r + v_{1r}$, $V_\theta = \Omega r + w_\theta + v_{1\theta}$ とおけば、推進器および舵から生ずる束縛渦および自由渦の速度の各成分 $V_{kx}, V_{kr}, V_{k\theta}, V_{Rx}(y_1, t), W_k(r, t), h(r)$ など近似的に計算することができる。まず、 $W_k(r, t), V_{Rx}(y_1, t), h(r)$ など仮定して、船体表面 (S)・推進器の翼面 (bk) および舵の面 (R) における

境界条件に ϕ の諸式を代入して、連立させて解くと、 $m_k(x_1, y_1, t), \gamma_k(r, v, t)$ および $\gamma_R(y_1, u, t)$ が求められ、したがって ϕ が得られ、これより誘導速度の各成分 w_x, w_y, w_z, w_r および w_θ を求めることができ、これらを用いて、新しい $w_k(r, t), V_R(y_1, t), h(r)$ などを計算する。これと同じ手続きを数回くりかえして、逐次近似的に収束した誘導速度の各成分が得られ、さらに粘性による流速の各成分 v_{1x}, v_{1y}, v_{1z} または $v_{1r}, v_{1\theta}$ を考慮すると、船体・推進器および舵をあらわす特異面における流速を求めることができる。このようにして得られた特異点分布と、その位置の流速を用いると、水中のすべての点の圧力分布が求まり、さらに船体・推進器・舵などに働く力および moment を計算することができる。まず船体に働く力の総和の x 方向の成分すなわち圧力抵抗 (造波抵抗) R_W を、船体を没水体と考え、自由表面の影響を無視して計算し、一方別に計算した粘性抵抗 R_V を加えると、船体に働く抵抗 R_S は、つぎのように得られる。

$$R_S = R_W + R_V \quad (2)$$

また推進器の翼の両面に働く局所的粘性抗力係数 C_{PD} をきめると、全推力 T および全トルク Q は、主として渦分布によってきまるゆえ、翼の厚みの影響を無視すると、計算することができる。さらに舵の厚みによる抵抗を小さいとして無視し、舵の両面の局所的抗力係数 C_{RD} を考慮すると、舵に働く抵抗 R_R は、圧力による抗力 D_1 、粘性による抗力 D_2 および舵前線における吸引力 S の3つの成分からなり、つぎのようにならわすことができる。

$$R_R = D_1 + D_2 + S$$

D_1, D_2 および S は、束縛渦 $\gamma_R(y_1, u, t), V_x = V + w_x + v_{1x}, V_y = w_y + v_{1y}, V_z = w_z + v_{1z}$ を用いて計算することができ、また舵に働く揚力 L_R も計算することができる。

以上の船体・推進器および舵に働く力は時間とともに変動しており、その変動の周期は $N\Omega$ に関係しているゆえ R_W, R_V, R_S, T, Q の時間的平均をとり、これらに bar をつけてあらわす。舵および推進器を一諸に考えたときの推力 ($\bar{T} - \bar{R}_R$) と船体の抵抗 \bar{R}_S との差は、船体に外部から x 方向の負の向きに加えられた力 \bar{F} に等しく、

$$\bar{R}_S + \bar{R}_R = \bar{T} + \bar{F}$$

が成立する。自航の場合は $\bar{F} = 0$ である。

以上は水を完全流体として取扱っていて、船体の粘性抵抗や粘性による伴流をどのようにして定量的に推定するかということについては述べていない。粘性を考慮す

る一方法としては、完全流体として求めた速度ポテンシャル ϕ に対する船体表面における流線・圧力勾配を用いて、この面に沿った乱流境界層を計算し、この境界層の厚さだけを補正して、新しい ϕ を求め、このような外側の流れに対する船体表面の境界層および船尾の伴流の中の v_{1x} , v_{1y} , v_{1z} さらには船体の R_V を計算することができる。さらにこれらの新しい ϕ , v_{1x} , v_{1y} および v_{1z} に対して、上と同じ計算をくりかえすと、ある程度粘性の影響を考慮した推進性能が得られるはずであるが取扱い方が非常に複雑になる。

なお、ここでは静水中の問題として取扱っているが、波浪中においては、船は大きく動揺し、この運動と関連して推進性能を求めなければならないのであるが、これは今後の問題として残されている。

以上の基礎理論では、船体・推進器および舵をあらわす吹出し、doublet (渦を含む) は、いずれも有限翼数の推進器が船尾で回転しているため、時間的にそれらの強さが変動しているため、数値計算は非常に複雑である。それで山崎は、近似的取扱いとして、吹出しおよびdoubletの強さが時間 t に無関係の場合、すなわち、推進器の翼数が無限大の場合を取扱い、数値計算に便利なように諸式を簡単化し、また推進器は理論的には吸込みでおきかえることができることを示している。

以上において、静水中を航行する船の推進性能を、主として完全流体力学の立場から取扱ったが、船体・推進器および舵を別個にとりだせば、それぞれ、造波抵抗理論・非定常または定常螺旋推進器理論・非定常または定常翼理論の諸式と一致する。さらに、在来の自航試験の解析法と比較するとき、推進性能の諸因子の意義とそれらの間の関係も明らかになるはずである。本論では粘性抵抗・船尾の粘性伴流などについては、推進性能のための因子として一応考慮してはいるが、さらに詳しくは、粘性の影響算定のための基礎理論、特に3次元非定常乱流境界層理論をとり入れなければ、完全なものとはいえない。また船の排水量一定のときに、主機の出力が最小になるように、船体・推進器および舵の干渉を考慮しながら、これらを設計することは、一つの大きな目的であるが、これらは今後の研究にまつところが多い。

3. 中武⁽³⁾⁻⁽⁷⁾の船体と推進器との相互干渉に関する研究の概略

中武は1の(1), (2)および(4)の(a)に関する問題、すなわち、舵を装備しない船の推進性能について研究している。まず船体をあらわす吹出し分布を求め、これを用いて攪乱速度・造波抵抗および波高を求める計算法を示

し、有限吃水船について、推進器を吸込み分布にてあらわし、船体と推進器との相互干渉を考慮して、船の推進諸係数を数値的に明らかにし、つぎに近似的取扱いとして無限翼数の推進器をとり、これを渦分布にてあらわし、不均一伴流分布の場合の近似計算法を示し、これを用いて船の推進性能に関する諸量を理論計算によって求め、この数値計算法を用いて、推力減少率が排除推力減少率と摩擦推力減少率とに分割できるかどうかについて考察し、つぎに推進器の直径・ピッチおよび船体と推進器との間の距離の変化が推進性能におよぼす影響について考察し、最後に実船と模型船との間の推進性能に関する相関関係を理論計算によって求めている。

3.1 船体をあらわす特異点分布

これまで非常に多くの研究者が、船のまわりの水を完全流体とみなし、船体を吹出し分布でおきかえ、線型造波抵抗理論を用いて、船体による造波抵抗・波高および攪乱速度を計算している。船体をあらわす吹出し分布を求める際の境界条件には、自由表面条件と船体表面条件の2つがあり、どちらの条件も1次の項まで満足するように求められたのが、Michell⁽⁸⁾による吹出し分布であり、この分布を用いて、Wigley⁽⁹⁾, Havelock⁽¹⁰⁾, Weinblum⁽¹¹⁾などが、船の造波抵抗を計算したのであるが、近年乾⁽¹²⁾が Michell の吹出し分布による船体を流線計算によって求めた船体は、初めに与えられた船体とは、かなり相異なることを示し、与えられた吹出し分布に対応する抵抗曲線は、水の粘性に関する修正を施せば、実験による抵抗曲線によく一致することを示した。2つの境界条件のうちで、船体表面条件のみを高次の項まで考慮して、船体表面に分布する吹出し分布を取扱ったのが Hess & Smith⁽¹³⁾ および Nowacki⁽¹⁴⁾ であり、自由表面条件のみを高次の項まで考慮して、吹出し分布面を船体中心面にとり、この面上で境界条件を満足させて求めたのが、別所⁽¹⁵⁾, 池畑⁽¹⁶⁾である。また梶谷⁽¹⁷⁾は、与えられた吹出し分布が波による速度成分を含めた場合にどのような船体をあらわすかを詳細に計算し、波の項も無視し得ないことを示している。中武は吹出し分布を船体中心面にとり、船体表面において境界条件を満足するような吹出し分布を求めている。これは2つの境界条件を、どちらも高次の項まで考慮することに相当する。中武は船の中心線断面を長さ方向および吃水方向に、ある間隔で分割して得られた各矩形内で吹出し分布の密度は均一とし、このような階段状吹出し密度分布を用いて、船型条件積分方程式を連立一次方程式の形にして解いている。中武はこの計算法を用いて、簡単な数式表示をもつ無限吃水船および有限吃水船の場合の船体をあらわす吹

出し分布を求め、流線を追跡し、この分布が与えられた船体を十分正確にあらわすことを確かめ、さらに造波抵抗および波高を計算し、このような計算法は比較的簡単に所要の結果が得られるので、以後の船の推進性能に関する計算には、本計算法を用いている。

3.2 船体と推進器との相互干渉

船体と推進器との干渉の問題は、船体の抵抗増加または推進器の推力減少の形であらわれ、Fresenius⁽¹⁸⁾、Dickmann⁽¹⁹⁾らによって理論的基礎がつけられ、さらに最近はKroukovsky⁽²⁰⁾、Pohl⁽²¹⁾、Wald⁽²²⁾、別所⁽²³⁾らによって詳しく取扱われている。またNowacki⁽¹⁴⁾は自由表面を固定壁と考へて、数式表示された船型を船体表面に分布した吹出し分布でおきかえ、推進器を作動面上に分布した吸込みでおきかえ、主として推進器の作用による船体表面の吹出し分布の密度の変化を船体によって生ずる伴流および抵抗増加量を電子計算機を用いて詳細に計算しているが、推進器の推力と船体の抵抗とがbalanceする定常航走状態について解いていない。

中武は、船体と推進器(直径とピッチ)が与えられている場合を考へ、船体を船体中心面上に分布する吹出し分布でおきかえ、推進器を作動面上に分布する吸込みでおきかえて、それらの間の干渉を考慮しながら、船体の抵抗と推進器の推力とを一致させ、これを自航試験に相当すると考へ、別に計算された船体みの抵抗と比較することによって、推力減少率・推進効率などの自航要素を求めている。このように理論計算によって自航要素を求めることは、模型実験では計測できないような計算途中の量の物理的意味と性質を明らかにすることができ、したがって水槽試験の解析のみに頼っている在来の船型設計法に対して、一つの有力な改善法となるであろう。

計算の基礎式は、つぎのようにして、みちびいている。船体に固定した直交座標系 $O-xyz$ をとり、原点 O は船体中央にとる。 xy 面は攪乱されない静水面に一致し、 z 軸は鉛直方向上向きにとる。船体は xz 面に関して左右対称である。船体は固定し、水が速度 V で x の正の方向に流れているとする。船型としては3.1で用いた簡単な数式表示をもつ有限吃水船を採用し、推進器は翼数を無限大、平均ピッチは $2\pi a$ とし、その軸は x 軸に平行で、推進器の中心位置は $(x_0, 0, z_0)$ 、作動面は $x=x_0$ 面内にあるとする。流体力学的に船体をその中心面上に分布する階段状吹出し分布でおきかえ、また推進器を近似的に作動面内に分布する吸込みでおきかえ、船体および推進器による全攪乱速度ポテンシャル ϕ を求めると、(1)より

$$\phi = \phi_s + \phi_P$$

ϕ_s , ϕ_P および ϕ による攪乱速度の x, y, z 方向の成分を、それぞれ (u_s, v_s, w_s) , (u_P, v_P, w_P) および (u, v, w) とし、推進器の回転角速度を Ω 、推進器位置における軸方向の伴流率を $w_V(y, z)$ とし、船体表面および推進器面で成立する境界条件を近似的に満足するよう速度ポテンシャルを定める。船体に働く全抵抗 R_S は(2)より

$$R_S = R_W + R_V \quad (3)$$

となる。上式中の圧力抵抗(造波抵抗) R_W は Lagally の定理⁽²⁴⁾から求め、粘性抵抗 R_V は Prandtl-Schlichting の式で計算する。翼断面の drag-lift ratio ϵ_1 を仮定して、推進器の推力 T およびトルク Q を計算すると、船が定常的に直進するためには

$$T = R_S \quad (4)$$

が成立しなければならない。計算を簡単にするため、推進器をあらわす面分布した吸込みを、その中心点 $(x_0, 0, z_0)$ に集中した点吸込みでおきかえ、また $w_V(y, z)$ のかわりに、その推進器面内の体積平均値 w_{V0} を用いる。船体の形状と推進器が与えられると、各船速 V に対して(4)が成り立つように、逐次近似法により、 ϕ_s , ϕ_P が得られる。また推進器の平均ピッチ a がわかると、 V に対する Ω を計算することができ、さらに ϵ_1 を仮定すると、 Q を求めることができる。つぎに推進器が装備されていないときの u_s, R_S, R_W をそれぞれ u_s^0, R_S^0, R_W^0 とおくと、これらは推進器が装備されている場合に求めた諸式の特別な場合として計算することができる。さらに w_{V0} および R_V は推進器の作用によって影響されないと考へて、(4)の条件に基づいて計算を進めると、自航要素をつぎのように求めることができる。

$$\text{推力減少率 } t = \{T - (R_W^0 + R_V)\} / T = (R_W - R_W^0) / T$$

$$\text{公称伴流率 } w_n = w_{V0} - (u_s^0 / V) x = x_0, y = 0, z = z_0$$

$$\text{有効伴流率 } w_e = w_{V0} - (u_s / V) x = x_0, y = 0, z = z_0$$

$$\text{船殻効率 } \eta_H = (1 - t) / (1 - w_e)$$

$$\text{推進器効率 } \eta_0 = V(1 - w_e)T / Q \Omega$$

$$\text{推進効率 } \eta_D = V(R_W^0 + R_V) / Q \Omega$$

$$= \{(1 - t) / (1 - w_e)\} \cdot \eta_0 = \eta_H \cdot \eta_0$$

以上の計算方法を、長さ $L=150\text{m}$ 、幅 $B=7.5\text{m}$ 、吃水 $H=15\text{m}$ 、ブロック係数 $C_B=0.44$ をもつ、細長い数式船型に、直径 $D=4.5\text{m}$ 、ピッチ $2\pi a=4.04\text{m}$ の推進器を、 $x_0=75.75\text{m}$ 、 $z_0=-7.5\text{m}$ の位置に装備した場合に

ついて応用し、数値計算を行なった結果得た諸係数は、実船の場合と比較して、とびはなれた値ではなく、本方法が有効に使用できることがわかった。

以上の方法では、推進器を吸込み分布でおきかえているが、これは推進器のピッチが非常に小さいときのみ許されることで、推進器の回転数の影響を考慮する余地がない。そこで推進器の回転数を考慮するため、推進器は有限ピッチ、無限翼数とし、その作動面内に分布する階段状渦分布によってあらわすことができるものとして、前の方法を修正し、新しい計算法をみちびいている。まず船体による攪乱をあらわす速度ポテンシャル ϕ を求めるのであるが、船体のまわりの流れが xz 面に関して左右対称であれば、幅の薄い航型は中心面内に分布する吹出し分布 ϕ_s のみによってあらわすことができるが、推進器の回転のために、流れは xz 平面に関して左右対称ではなくなるので、吹出し分布 ϕ_s のほかに、やはり船体中心面に分布する y 軸方向の doublet 分布 ϕ_D を用いて、左右対称な船型をあらわすようにし、さらに推進器による速度ポテンシャル ϕ_P を加えると、 ϕ はつぎのようになる。

$$\phi = \phi_s + \phi_D + \phi_P$$

これらを船体表面境界条件および推進器面境界条件を満足するように定め、前同様にして、 R_V を Lagally の定理を用いて求め、また R_V は Prandtl-Schlichting の式を用いて計算し、 R_s を(3)式で計算する。また T および Q も計算しておく。 R_s と T は(4)の関係を満足しなければならない。推進諸係数の決定には無限流体中における推進器特性、すなわち、単独螺旋推進器特性を知らねばならない。それで失脚率 S の変化に対する

$$\text{推力係数 } K_T = T / \rho n^2 D^4, \quad \text{トルク係数 } K_Q = Q / \rho n^2 D^5$$

を計算して、曲線にあらわしておく。ただし

ρ = 海水の密度、 n = 推進器回転数、 D = 推進器直径
この曲線から、 S のある使用範囲内における S と K_T 、 K_Q の関係を、つぎのような一次式で仮定しておく。

$$K_T = a_1 S + b_1, \quad K_Q = a_2 S + b_2$$

ただし a_1, b_1, a_2, b_2 は定数とする。

船型、推進器および船速が与られた場合に、逐次近似法により、(4)が成立するまで計算を進め、 T, Q, n を求める。いま船体みの抵抗を R_{S^0} 、推進器効率比を η_R とし、単独推進器特性を用い、推力一致法によって解析すれば、自航要素および伝達馬力 DHP は、つぎ

の式で計算することができる。

$$\begin{aligned} t &= (T - R_{S^0}) / T, & w_e &= 1 - (1 - S)n P / V, \\ S &= (K_T - b_1) / a_1, & \eta_0 &= V(1 - w_e) T / 2\pi n Q', \\ \eta_H &= (1 - t) / (1 - w_e), & \eta_R &= Q' / Q, \\ \eta_D &= \eta_0 \cdot \eta_H \cdot \eta_R, & DHP &= 2\pi n Q' / 75 \end{aligned}$$

ただし P = 推進器のピッチ、 $Q' = \rho n^2 D^5 (a_2 S + b_2)$

本方法により、前例と同じ船型、推進器の場合について数値計算を行なった結果、大体常識的な推進諸係数と推進器回転数を与えていることがわかった。また公称伴流率が排除伴流率・摩擦伴流率と波伴流率の和と考えられているように、これに対応して、推力減少率も排除推力減少率・摩擦推力減少率と波推力減少率の和と考えることには無理があること、推進器の直径の大きいほど、船体と推進器との間の距離が大きいほど、推進性能が改善される傾向にあることを知った。

3.3 実船と模型船の間の推進性能に関する相関関係

現在のところ、この問題についての理論的研究は皆無であり、実験的研究も、わずかししか発表されていない。しかし、この問題の解決は、現在理論的根拠もなく行なわれている自航試験法にとって、急を要するものである。中武は3.2の計算法を基礎にして、模型の自航点における自航試験法、摩擦修正を考慮する自航試験法、最近 Schoenherr⁽²⁵⁾によって発表された自航試験法の3つの方法で計算を行ない、それぞれの場合の推進諸係数および実船の尺度に換算された推進器回転数・伝達馬力を求め、実船の場合と比較し、3つの自航試験法について比較検討した結果は、つぎのとおりである。

(1) 模型船の自航点において行なわれた自航試験の結果求められる諸傾向は Victory 船型の実験結果⁽²⁶⁾と定性的によく一致しているが、推進諸係数の尺度影響が大きく、推定された実船推進器の回転数も伝達馬力も、実船のそれとは大きな隔りがある。

(2) 摩擦修正を考慮する自航試験法では、摩擦修正のために、推進諸係数の尺度影響は、(1)の場合よりも小さくなり、推定された実船の推進器回転数および伝達馬力は、実船のその数%の誤差の範囲内の値を示し、現行の模型自航試験法は、実船の馬力推定のために十分有効であることを示している。

(3) Schoenherr の自航試験法は、予期されたように尺度影響が非常に小さく、推定された実船の推進器回転数および伝達馬力は、(2)の自航試験法の結果よりも、より実船のそれに近い値を示しているが、実験の際に使用する推進器の直径が大きすぎて、実験が不可能になる懸念がある。

4. 山崎⁽²⁾の推進器と舵との干渉に関する
研究の概要

山崎は、自由表面のない不均一流の中に推進器があり、その直後に舵がある場合について、推進器と舵に働く力と moment を求め、推進器と舵との干渉について研究している。推進器と舵との干渉の問題は、これまで実験的にいくつかの論文で取扱われ、理論的には最近 Isay⁽²⁷⁾によって、厚みのない平板舵に対する計算結果が発表されている。船の推進器性能の立場にたつと、推進器および舵に働く力および moment は、時間についての平均値をとればよいことから考えて、厚みのある舵と無限翼数の推進器との干渉について、前論文⁽¹⁾の方法を用いて解き、数値計算例として、船の無限翼数の推進器と舵の形および大きさ、両者の距離が与えられており、船の伴流速度・推進器の回転角速度および舵角をそれぞれ変えたときに、推進器および舵に働く力および moment を求めた結果、つぎの結論を得ている。

(1) 舵の厚みがなくて、舵角が zero のときは、推進器と舵との干渉は無視できる。

(2) 舵と推進器との干渉は、主として翼の厚みによるもので、推進器による伴流の回転方向の速度成分を整流することによる推力への貢献は無視できる。

(3) 翼の厚みがあるとき、推進器と舵との距離が小さくなるほど、干渉の度合が大きく、推進器の推力およびトルクは大きくなり、舵に働く抵抗も大きくなる。しかし、推進器の推力の増加に比べて、舵に働く抵抗の増加は小さい。

(4) 推進器の後方に舵があるとき、計測される自航要素を解析して得られた有効伴流率・推力減少率は、舵のないときに比べて、無視できないほど大きくなっている。

5. むすび

以上船体・推進器および舵の相互干渉に関する山崎および中武の研究の概略を紹介したのであるが、この分野の理論は漸く緒についたばかりであって、なお多くの理論の不備な点が残されている。例えば、これらは静水中の問題として取扱われているが、波浪中の問題として扱う場合に対する補正法、あるいは粘性の影響、例えば3次元非定常乱流境界層理論をとり入れて、理論の精密化をはかるなど、今後はますます理論の充実発展を目指して研究を進め、なお多く残されている未知への問題の解決に資して頂きたいと思う。

参考文献

- (1) 山崎隆介：SZKK, No. 33, 1967.
- (2) 山崎隆介ほか2名：SZKK, No. 36, 1968.
- (3) 中武一明：SZKK, No. 31, 1966.
- (4) 中武一明ほか1名：SZKK, No. 34, 1967.
- (5) 中武一明：SZKK, No. 34, 1967.
- (6) 中武一明：SZKK, No. 36, 1968.
- (7) 中武一明：SZKK, No. 37, 1969.
- (8) J. H. Michell : Phil. Mag., Vol. 45, 1898.
- (9) W. C. S. Wigley : Proc. Roy. Soc., A, Vol. 144, 1934.
- (10) T. H. Havelock : Proc. Roy. Soc., A, Vol. 134, 1932.
- (11) G. Weinblum : J. S. T. G., Bd. 33, 1932.
- (12) T. Inui : T. S. N. A. M. E., 1962.
- (13) J. L. Hess & A. M. O. Smith : J. S. R., 1954.
- (14) H. Nowacki : J. S. T. G., Bd. 57, 1963
- (15) 別所正利：ZKR. No. 106, 1960.
- (16) 池畑光尚：東京大学博士論文, 1964.
- (17) 梶谷 尚：東京大学博士論文, 1965.
- (18) R. Fresenius : Schiffbau, Bd. 22, 1921.
- (19) H. E. Dickmann : Ing.—Arch., Bd. 9, 1938.
- (20) B. V. Korvin—Kroukovsky : I. S. P., Vol. 3, 1956.
- (21) K. H. Pohl : J. S. T. G., Bd. 55, 1961.
- (22) Q. Wald : J. S. R., Vol. 9, 1965.
- (23) 別所正利：“推力減少と伴流”，未発表, 1966.
- (24) M. Lagally : Z. A. M. M., 1922.
- (25) K. E. Schoenherr : J. S. R., 1965.
- (26) W. P. A. van Lammeren ほか2名：I. S. P., Vol. 3, 1956.
- (27) W. H. Isay : Schiffstechnik : Bd. 12, H. 62, 1965.

記号

SZKK：西部造船会会報

ZKR：日本造船学会論文集

× × × ×

船舶の運動性能研究の現段階とその問題点

船舶技術研究所運動性能部長

山内保文

1. まえがき

いわゆる耐航性、操縦性という名によって代表される船舶の運動性には、推進性能におけるようにドラスティックなところがない。推進性能においては、同じ主要寸法で平水中の抵抗が数%でも低い船型が見出されれば画期的な成功であり、一方、試運転速度が契約速度より0.1ノットでも不足すれば違約金として莫大な損失を覚悟しなければならぬ。運動性能と呼ばれる性能に対しては、船主も操船者もはっきりとした要求をつけ難いし、第一高い精度でこれを表現することすら現在では不可能である。それにもかかわらず最近では徐々にこの方面の性能に対する関心が高まり、その向上が強く要望されるようになってきた。すなわち高速貨物船、コンテナ船における波浪中の動揺や加速度、あるいは巨大船の針路安定性、操縦性の問題は、船舶の総合的な性能や経済性向上の重要なキーポイントと見なされるようになってきている。

船舶の長い歴史にもかかわらず、その流体力学的、運動力学的な研究が一つの体系をなしてきたのはそう古いことではなく、殊に運動性能に関してはここ20年来のことであるといっても過言ではない。例えば耐航性のすべての問題の根源である海洋波の研究が近代化されたのはこの20年来のことで、それまでは海洋波中の船舶の応答の厳密な数式表現すら不可能であったことはその一つの例である。

ここに運動性能を耐航性、操縦性の二つに分け、主としてわが国における現在の研究の段階を示し、問題点について述べ、あわせて将来に対する要望をも考えて見ることとする。

なおその場合、耐航性の分野には、いわゆる復原安定性の問題も、また最近一部で注目され始めている船尾、舵推進器等の流力的変動力に基づく振動現象を扱う流力弾性の問題も当然含まれるべきである。しかしここでは紙数に制限があり、これらの重要な分野にはまた極めて多くの問題点があり、独立に扱われることが望ましいのでここではことさらこれらの分野は除外していっさい触れないことにした。

また参考文献も全部列記すると甚大な量に上る。ある

程度掲げたが省略されたものもかなり多い。

2. 耐航性研究の現段階と問題点

2.1 船舶に対する環境としての海象

船舶を運航しようとする海面の海象気象の資料が操船者のみならず、設計者にとっても必要欠くべからざるものであることはいうを俟たない。ところがこのような資料の蒐集、整備については世界の大洋ごとにはなほだし相違があり、残念ながらわれわれにとって最も関係の深い北太平洋および南方海域に対して払われている努力は北大西洋等に比較すれば十分とはいえない。すなわち北大西洋では一般船舶(いわゆる Volunteer Ship)の気象報告による資料の蒐集のみでなく、11カ所以上の気象定点が欧米各国の協力により年間を通じ維持されており気象観測船が常時駐在して専門家による観測が行なわれている。それにくらべると、日本の南方定点(Tango; 29° N, 135° E)で6月~10月の約半年間観測が行なわれている他は、北方定点(Extra; 39° N, 153° E)は休止中であり、その他アメリカ東岸の2~3の定点しかなく、定点観測網すら持っていない北太平洋ははなはだ淋しい現状である。気象観測用パイロット網の整備なども考えられてはいるが、具体案とはなっていない。したがってわが国においても精度の高い波浪資料として船舶の曲げモーメント等の長期予測に使用しようとするRollやWalden⁽¹⁾によって定点資料からまとめられた北大西洋資料しかなく、北太平洋についてはこれに対応するものがないという残念な現状である。

一方、いわゆる Volunteer Ship による気象観測通報は、わが国では1911年以来長い歴史を持っており、気象業務法の定めるところによって着実に行なわれている。ことに風についての資料は現在では日本では殆んどすべて計器によるものであるから、信頼度も極めて高い貴重な資料である。今日では年間約1,000隻の船が毎4時間とか6時間とかに観測通報を行なっている。

この結果は造船⁽²⁾、船研⁽³⁾などの手によって風と波の資料としてまとめられ、一部は図化刊行されている。現在もお船研などによって図化刊行の努力がつけられている。今日大きな問題は乗員数の低減によって通信士の数が少なくなり、ことに翌日の気象予報に最も必要な

夜中の通報が激減していることである。わが国においても漸く波浪予報に着手しようという動きが出はじめている矢先、解決を迫られている問題である。

最近では北大西洋の定点観測船の殆んどには Tucker のいわゆる Ship Born Wave Recorder が装備されている。この計器によって自記された定点その他の海域における波浪の連続記録は極めて貴重なもので、これを用いてアメリカ、イギリスにおいては実測波浪のスペクトラムが計算され、波浪の発生、伝播、減衰の理論、風による波浪スペクトラムの表現法等の改善発展に大いに役立てられた。Neumann-Pierson の波スペクトラムのみでなく、今日 Pierson-Moskowitz のスペクトラムやその変形としての ISSC スペクトラム⁽⁴⁾、Darbyshire のスペクトラム等が多く用いられているのもこの成果である。

日本においてもようやく Tucker 型になった波浪計が巡視船“いず”、“みうら”および気象観測船“凌風丸”に取付けられ、また建造中の新気象観測船にも取付けられようとしている。これらが活動を始めれば、はじめてわが国でも、沿岸の観測塔以外での計器による波浪記録が可能となる。これらは船の速度が殆んど0のときにしか計測精度を保てないが、後に述べるような前進中にも計測が可能な波浪計の開発とともに、今まで不足していたわが国近海の波浪のより構造的な特徴についての資料を徐々に整備するのに大いに役立つであろう。

2. 2 船の応答特性の計算法

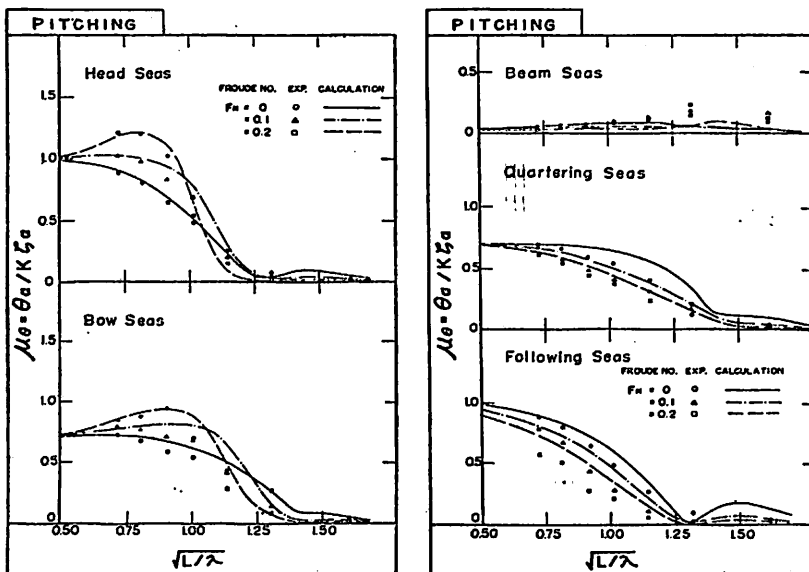
2. 2. 1 縦波中の挙動

波の進行方向と船の針路とが略平行な場合、すなわち迎え波や追い波の中の船の応答についての計算法はこの20年来急激に進歩した。船は元来前進軸に沿って縦長で、左右対称であり、左右幅は比較的狭小のものであった。そこから船の幅を極めて狭いと仮定した Michell 等の薄型船理論が生まれ、波の中で運動する船体をも三次元的な形のまま扱う厳密な理論へ発展した。この分野でなされた花岡⁽⁵⁾の縦波中の運動理論は、極めて厳密なもので、今日でも多くの近似理論の検証に使用されているほどである。1955年および1957年⁽⁶⁾ Korvin-Kroukovsky は飛行船の運動等の分野で使用されていた、いわゆるストリップ理論を船の縦波中の運動の解析に用いることを提唱し成功した。これは船体を前後長軸に直角な平面で切断して得られるストリップ、いわば輪切りにした各断面が水から受ける流体力を、船首の断面から船尾の断面まで加え合わせたものが、船体全部の受ける流体力であるとし、しかもその各断面の流体力学的性質は同じ断面を持ち長さが無限に長いシリンダーの持つ性質と同じであるとの仮定のもとに組立てられた理論である。すなわちシリンダーの受ける附加質量にもとづく慣性力や減衰力等は Grim, 田才⁽⁷⁾等が船体断面を等角写像法によって、断面形の幅と深さ比、および面積係数という二つの係数を用いて円に写像したいわゆる Lewis 船型について計算したものがそのまま用いられている。この方法はその後渡辺⁽⁸⁾によってさらに改善され、整理されて今日最も標準的なストリップ理論による計算法として田才の係数とともに使用されている。この方法はこうして求めた船体全体のうける流体力、すなわち附加質量に基づく運動の加速度に比例する流体力や、速度に比例する減衰力、および波形としてある意味での平均吃水における副波面の形を用いて強制力を計算して縦揺れ角 θ と上下動 Z とを二つ未知数とするつぎのような形の二階連立微分方程式

$$a\ddot{Z} + b\dot{Z} + cZ + d\ddot{\theta} + e\dot{\theta} + g\theta = F$$

$$A\ddot{\theta} + B\dot{\theta} + C\theta + D\ddot{Z} + E\dot{Z} + GZ = M$$

を解くことによって求められる。今日、電子計算機の発達によって、船体のオフセットが与えられれば、こ



第1図 斜め規則波中の縦揺れの模型船実験値と計算値との比較
〔文献(10)より〕

のような方法に従い縦揺れ、上下揺れを極めて容易に解くことができるよう、日本の中大型計算機を所有する造船所や、大学・研究所等ではプログラムが用意されている。1966年東京で開かれた第11回国際試験水槽会議 (ITTC)⁽⁹⁾ には、日本を含め世界各国の研究所、大学等で同一の船型 (Todd シリーズ 60, $C_B=0.70$) についてこの方法で計算された計算値、および実際に模型船によって規則縦波中の実験から得られた値とが比較されたが、一致は極めて良好であった。その後日本の各所で数多くの船型について試みられたところによっても、通常の船型では概ね $\pm 10\%$ の範囲で計算値と実験値とは一致するといつてよい。

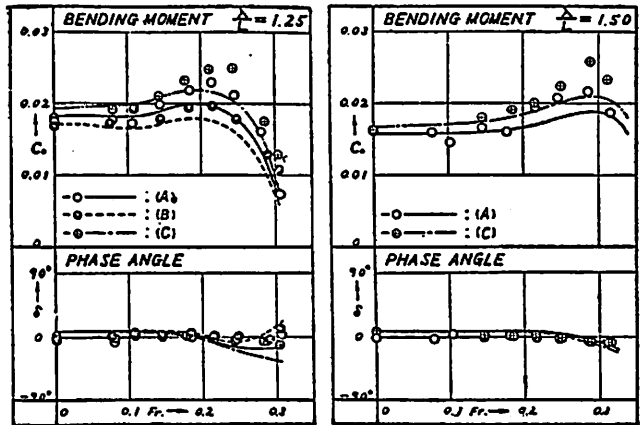
これらは縦波中の船の挙動に関するものであるが、斜め波中の船の挙動にこれを拡張しても、例えば第1図に示すように実験結果と比較的よく一致することが船研の実験⁽¹⁰⁾等によって確かめられている。

これらの方法で船の運動が求められると、運動の影響を加味した縦波中船体と波面との相対運動や船体の受ける縦曲げモーメントの変動をも計算することができる。縦曲げモーメントについて三次元的な厳密な扱いがかなり前に花岡によって成されているが、その後 Jacobs や渡辺等も扱っている。福田⁽¹¹⁾はこれをさらに整理して今日最もよく使われている標準方法をまとめ上げている。この計算結果は縦揺れ、上下揺れの運動にくらべると、模型実験結果との一致はやや悪くなるが、それでも第2図にも例示されているように全体的にはよく合っているとつてよい。

ストリップ理論によって運動が求められると、縦曲げモーメントのみでなく、船首船底または甲板縁、あるいは船尾推進器と波面との相対距離等の変動特性も求められる。これらは船尾船底のスラミング、甲板上の海水打込み、推進器の空転等の模様を求めるのにそのまま役立つものである。実際に後にも述べるように福田はこのような種々の応答の性質を求め、そのような応答の長期にわたる種々の統計量、船の大きさ、針路、速度等のそれらへの影響を明らかにして設計に役立つ資料を得ている。

船の各断面まわりの圧力分布についても同じくストリップ理論を用いて求めようとする試みが郷田ら⁽¹²⁾によって成されている。しかしストリップ理論は先に述べたような近似理論であるから、圧力分布よりは各断面の影響が積分される曲げモーメントの方が、さらにそれらの影響がより平均化される船体運動の方が一致の度合がよくなるのは当然であろう。

このように元来二次元的な近似線型理論であるために



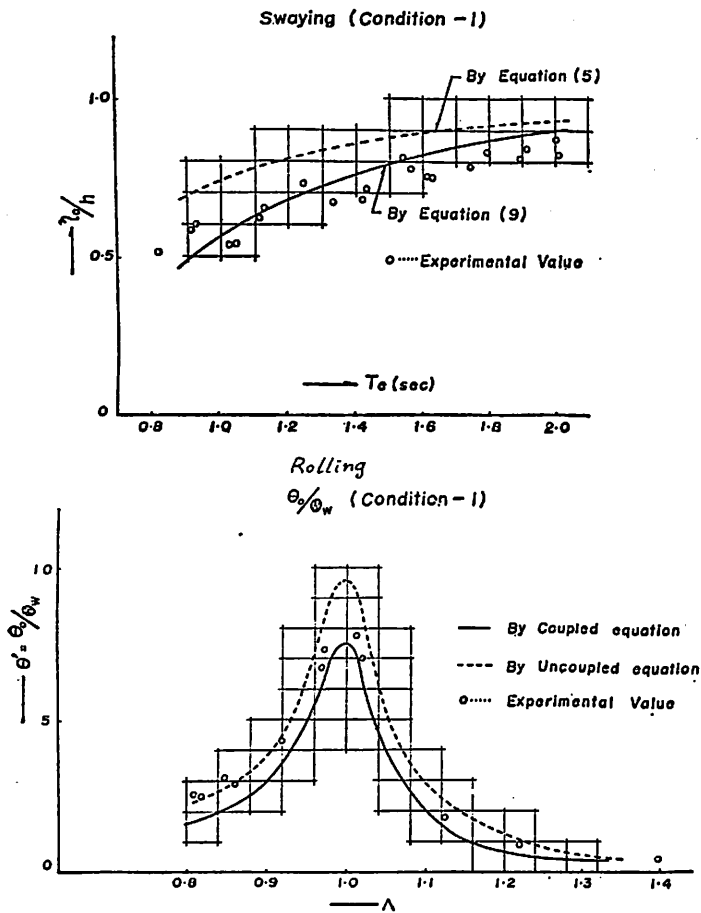
第2図 縦波中波浪曲げモーメント (無次元表示) の計算値と実験値との比較 [文献 (11) より]

三次元影響、船速の影響、非線型影響等を含む実際の現象を厳密に示しているわけではない。そこで最近の2~3年高木、雁野⁽¹³⁾、新谷ら⁽¹⁴⁾によってこの理論の改善の種々の試みがなされている。すなわち三次元影響の検討、船速の影響のより妥当な取入れ方、2パラメーター方式の写像による Lewis 船型近似を3パラメーターの写像函数を用いることによる近似の改善、あるいは船の速力による動的揚力の加味、あるいは丸尾⁽¹⁵⁾らによって船の縦波中の運動理論への応用の可能性が示唆されている細長物体理論との融合等が図られている。また船研においては厳密な三次元的な計算を行ない易くするよう計算法、計算プログラムの開発も進められている。

2. 2. 2 横波中の挙動

波が船の真前または直後から来る場合を除けば、縦揺れ上下揺れのような対称面内における運動以外に一般に船首揺れ、スウェイ、横揺れ等を生ずる。横揺れについての研究の歴史は極めて古く、日本においては末広、渡辺、加藤の諸先達によって多くの業績が上げられたのをはじめ、この分野での研究は極めて活発になされてきた。先に述べたストリップ法に基づく計算方法は、このような横揺れやスウェイ、船首揺れにこそ向いているはずである。事実 Lewis 断面のシリンダーについての横方向のスウェイ、横揺れの附加質量、減衰力については田才⁽¹⁶⁾、田村⁽¹⁷⁾が計算しており、田村は強制力についても求めていて、その結果がよく使われている。また、Grim、高石⁽¹⁸⁾も斜め波中の横揺強制力について計算している。

田才⁽¹⁹⁾はビルジキールのない船体についてストリップ理論を用い、横波中の運動を縦揺れと上下揺れの二元二次線型微分方程式を解くことにより、またスウェイ、船



第3図 横波中スウェイおよび横揺れの計算値と実験値との比較〔文献(19)より〕

首揺れ、横揺れを三元二次連立微分方程式を解くことにより第3図に示すように実験結果と極めてよく一致する結果を得て、裸殻についてはこれが実用になることを示している。またその後⁽²⁰⁾斜め波中のスウェイ、船首揺れ、横揺れの連成方程式についても論じている。しかし実際には、ビルジキールが附加質量や減衰力等に大きく影響し、ことに減衰力としては造波のみでなく造渦抵抗、粘性抵抗によるものが大きく、縮尺影響も大きいため推定が困難で、たとえ裸殻に対して流体力のある程度の精度で推定できてあまり効果が上らないのが現状である。

横波中でも船の横方向の運動応答の計算ができれば、これを加味した種々の船の挙動の計算が可能となり、乾舷決定に必要な甲板縁と波面との相対運動や、船体各点の加速度の応答等も求めることができる。船体が横波中に水より受ける横荷重についての研究にはまだ殆んど手をつけられていないが、巨大船についてはこの問題は構造上重要度を増しつつあるといつてよい。

なお横波中の船の動揺の理論について別所⁽²¹⁾は一連の研究を行ない、動揺による造波、船体のうける強制力、横揺れと左右揺れとの連成、三次元効果、船型と流体力との関連等について考察した。また田宮⁽²²⁾は横揺れ角が大きく、甲板縁が没するような非対称横揺れを行なう場合の横揺れの性質につき極めて一般的な考察を行なっている。

2. 2. 3 その他

動揺の制御についても考えられていないわけではない。しかし横揺れについてはいわゆるフルーム型のタンクをつけた船、日本独自のタンクをつけた船がかなり多くなってきており、このようなタンクでは平均して30~50%横揺れを減少することができると考えられている。またさらに日本の商船ではまだ装備された例はないが、近代の制御簡式の減揺機では50~70%の振幅を減らすことができるといわれ、これらを通じて横揺れはかなり制御可能な動揺であると思われる。縦揺れの制御は横揺れほど簡単ではないが、船首、船尾のタンクの形状を工夫して減衰に役立たせようという試みも田坂等⁽²³⁾によってなされている。また制御可能な船首艀についての模型試験も行なわれているが、いずれも実用の段階にはいたっていない。

2. 3 船の耐航性応答特性の模型実験

2. 3. 1 試験水槽計測機器および実験法

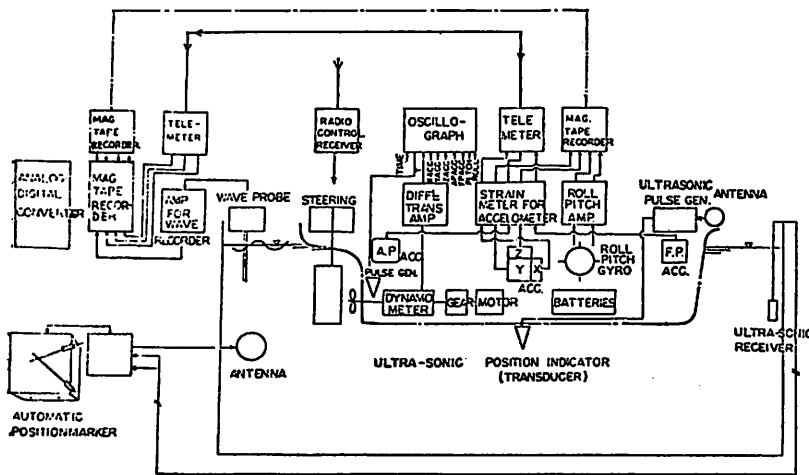
この6~7年間に限っても、船研第2試験水槽(400m×18m×8m)、IHI 船型試験水槽(100m×10m×5.4m)、広島大学船型試験水槽(80m×5m×3.5m)、九大航海性能水槽(28m×25m×1.8m)等の大型水槽が新設され、活動を始めた。このうち抵抗推進性能の研究を主な目的とするものもあるが、いずれも造波機を備え、あるいは備えようとしており、耐航性および操縦性の研究にも使用することのできるものである。また大幅な改造または延長、あるいは追加工事の行なわれたものに東大安定性能水槽、船研動揺水槽等があり、その他各所で造波機、曳引車等の改善新替が活発に行なわれた。また水槽に造波機のみでなく、送風機をも備えて波と風と共存する水面において耐航性、操縦性の実験が可能ないようにしたのは、九大応力研海洋災害研究用大水槽に加えて、大阪府大水槽、東大生研水槽、船研性能水槽と数を増している。なおまた操縦性の実験を主として既存の阪大、三井造船、石川島播磨重工以外にも川崎重工等の天然池を利用した施設も加わった。一方、回流水槽も東

大, 茨城大, 東京商船大, 船研, 造船所等に数多く設置された。これらによってこの数年, 耐航性, 操縦性の実験研究の能力は大幅に増強されたといつてよい。さらにすでに計画段階を終り, 着工されようとしているものとして東大運動性能水槽(50m×30m×2.5m, 30m×3.5m 水路つき), また計画中のものとして阪大水槽等がある。

九大応力研の水槽や横浜国大水槽, 東大安定水槽におけるように在来型の長水槽に設けた造波機に工夫を加えることにより短波頂波, すなわちいわゆる三角波を発生することも試みられている。しかし現在では概ね長波頂波による実験が主となっている。また新しく建造, 整備された造波機では不規則波発生制御機構を備えたものが多い。船研第1試験水槽(80m×80m×4.5m 角水槽)では斜め不規則波中の実験も可能である。

水槽動力計, 動揺計測装置, 波浪計等もさまざまな形式のものが各所に整備されているが, 最近の計測技術の進歩によっていままでなかった新しいものや, 精度の高いものも現われている。船研では自由航走模型船に搭載して出合い波浪を計測するような波浪計も開発されている(未公表)。また後に示される操縦性の微係数を求めるための水平面内強制偏揺器をも含め, 各モードの強制動揺を与える装置も多く水槽で用いられている。自由航走模型船を用いる耐航水槽, 旋回池等では, それに適した自航装置, 無線操縦管制装置, 無線テレメーター装置, 模型船追尾システム等次第に高性能のものが備えられている。その他解析用機器, アナログおよびデジタル電子計算機も急激に整備されてきている。第4図に船研で行なわれたある実験⁽²⁵⁾の計測システムを例として示す。

このような水槽, 附属施設の整備に伴って実験法にも

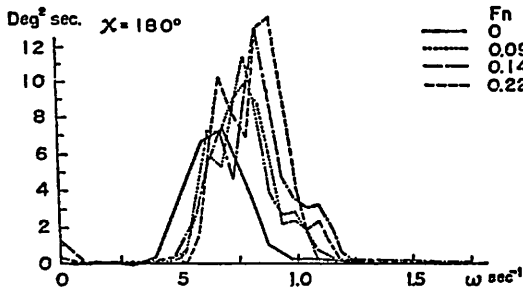


第4図 模型船の計測システム〔文献(25)より〕

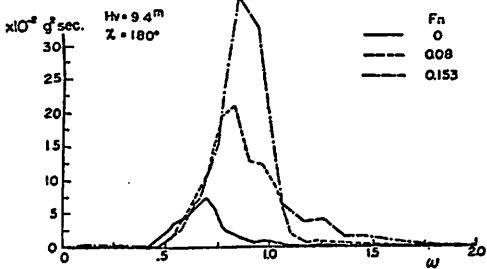
幾多の変化が見られ, かなり豊富な技術が用いられている。まず計算法の発達や理論の発展とともに, いままでにくらべると多少解析的な実験方法, すなわち主として拘束模型船, 強制動揺器等を用い, 附加質量に働く慣性力や減衰力, 強制力等流体力を計測して運動方程式の係数を定めようとするような実験がかなり行なわれるようになってきた。元良⁽²⁴⁾は各種の動揺に対する附加質量および慣性モーメントを数種の船型について求め, C_B や各主要寸法比の影響を調べた。

従来から行なわれてきた規則的な波浪中の動揺や曲げモーメント, 海水打込み等の応答の実験も活発に行なわれていることは勿論である。試験水槽中に不規則波を発生させる技術も, ある様式の造波機については多少の理論的問題点はあるが, 今日では概ね定着してきたといつてよい。例えば船研第1試験水槽においては任意の風速に対応する Pierson-Moskowitz のスペクトラム, あるいは有義波高 $H^{1/3}_{sm}$, 平均周期 T_{sec} の ISSC 型スペクトラムというように, 任意に指定したスペクトラムを持つ不規則波を発生することができるプログラムを持っている⁽²⁵⁾。このような長波頂不規則波の中で船の針路を種々に変化させて応答の性質を求めておけば, 実際の大洋における短波頂不規則波は風の方向に対し種々の角度をなす方向からのこのようなスペクトラムを持つ波浪の和であるから, その中の船の応答も, それぞれの長波頂波に対する応答の和として求めることができる。このような不規則波中の実験の意義は種々あるが, より現実的な大洋波に近い不規則波の中で船の挙動を観察することができるという利点の他に, 規則波としては発生することのできない短周期(短波長)成分の波浪をも要素波として含むので, 短周期の重要な現象, すなわち加速度やスラミング等衝撃現象等を調査するに適していること, また重ね合わせの効かない非線形応答を現実の姿で捉えることができること, また線形重ね合わせの効く範囲ならば不規則波中の1回の実験によって波に対する周波数応答を一度で求めることができ, 規則波中何回も波周期を変化させて行なう実験に替えることができる等である。一方, このような実験の解析にはかなり面倒な計算の自動化によって最近では十分能率よく短時間に行なうことができる。

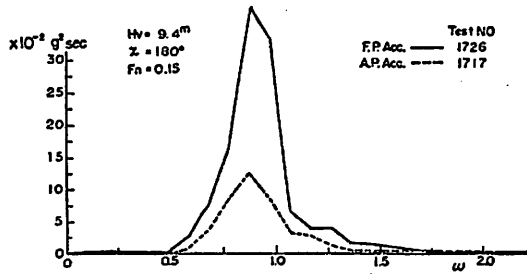
第5図に平均周期8秒のISSC型ス



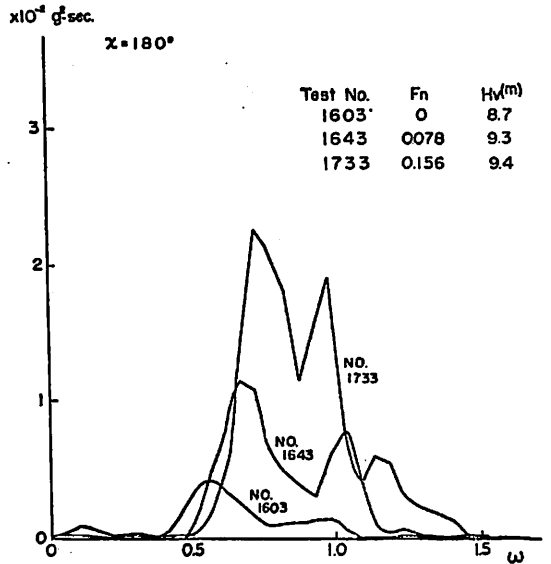
(a) Spectrum of Pitching



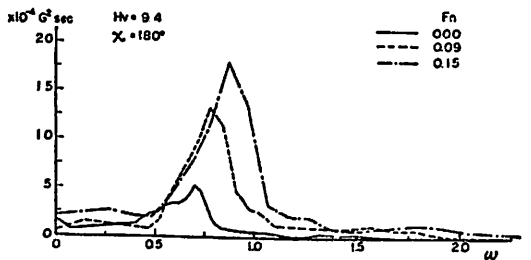
(b) Spectrum of Vertical Acc. at F.P.



(c) Comparison of the Spectrum of Vertical Acc. at F.P. and A.P.



(d) Spectrum of Vertical Acc. at C.G.



(e) Spectrum of X-Acc. at C.G.

第5図 ISSC型スペクトラム (T=8秒) を有する不規則波中の原子力第1船の各種応答のスペクトラム [文献(25)より]

ペクトラムを持つ不規則波中の原力第1船の各種応答スペクトラムを示している。

さらに不規則波発生機構の応用によって水槽中に孤立波に近いイムパルス波を発生することも可能である。横浜国大水槽ではこのような波形の種々の性質が調べられ⁽²⁶⁾、船研の水槽でもその中で船の応答の実験が行なわれている。この方法は高周波成分から低周波成分まで、周波数の時間的変化率が一樣になるよう変化させることにより、短周期すなわち位相伝播速度の速い成分を先に、長周期すなわち速度の速い成分波を後から出し、水槽中の造波機からある距離にある一点でこれらすべての成分波の位相が一致するようにしたもので、従ってそこに大きな孤立波が生じ、前後では極めて低い波浪となるというものである。実際には厳密に位相を一点で合わせる必

要もなく、必ずしも集中時すなわち孤立波中で応答させる必要もない。竹沢⁽²⁶⁾によれば、むしろ集中前または集中後の波の方が重ね合わせもよく成立ち具合がよいとされている。この場合には波も応答もフーリエ積分することによって応答の周波数特性は一度の実験で求められる理窟である。この方法は普通の不規則波中の実験がパワー有限の波の中での実験で、幾重にも平均化されて安定した形として応答の性質が求められると期待されるのに対し、イムパルス波はエネルギー有限の波であって演算上は理論的には疑問が少ないが、全体のエネルギーは極めて小さな波の中の実験を1回行なって広い周波数にわたった応答の特性を一挙に求めようとするわけであるから、計測の精度は極めて高いことが必要であり、且つ衝撃的な波のために船の速度、針路等が急激に変化する

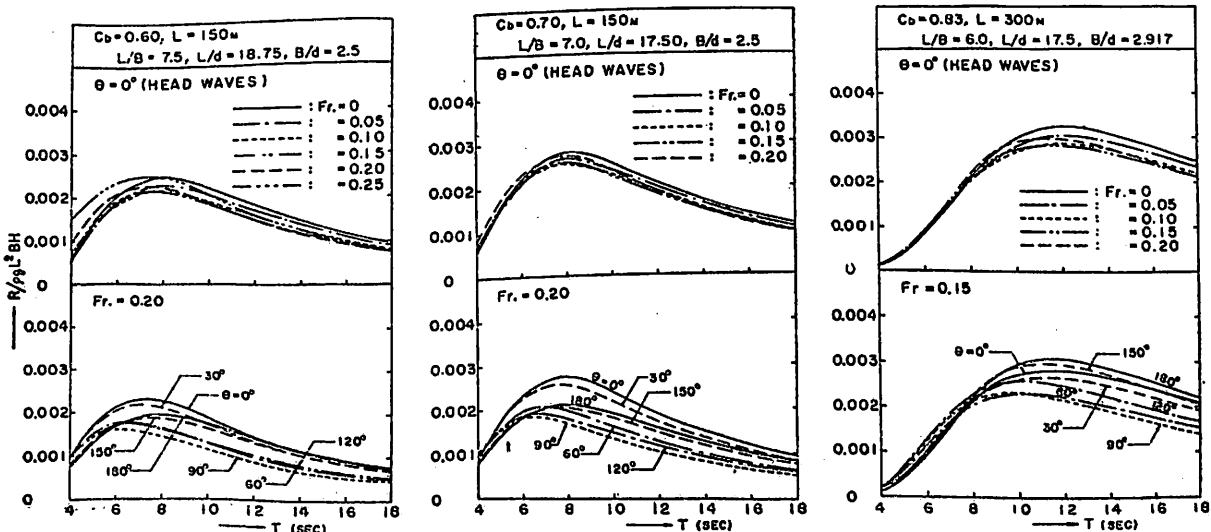
ことを考えに入れなければならない等、未だ考慮すべき点が多く、今後の検討が必要である。これら規則波、イムパルス波、不規則波の実験はそれぞれ利害得失があるので、それらの特徴とともによく考慮の上、目的に対して最も適した方法を選んで実験を行なう必要がある。船研⁽²⁵⁾においては最近原子力第1船について不規則波中の実験をも含め極めて広範な実験を行ない、原子炉にかかる加速度のさまざまな統計量を推定し、ストリップ理論に基づく計算結果とも比較し、次項に述べる統計的扱いによって長期の異常値をも推定した。最近不規則波中の抵抗増加についても次第に実験的研究が進められようとしている。

2. 4 大洋波中の船の応答の統計的扱い

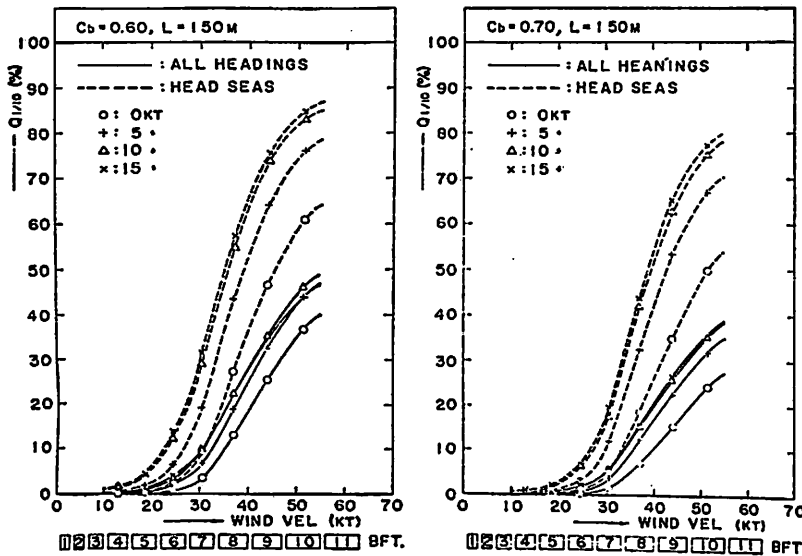
船の応答の性質は前項で述べたように理論的に、または実験的に求めることができる。しかし一方、大洋波ははじめに述べたように統計的性質を持っている。すなわち確率過程と呼ばれる一つの統計的な事象である。したがってその中に置かれた船の応答もまた統計的な性質を持つものとなる。大洋波中の船の応答の研究にこの考え方を導入した St. Denis と Pierson の論文⁽²⁷⁾は世に出たのは1953年のことであったが、現在ではすでに古典として扱われている。一方、日本においてもこれと全く独立にほぼ時を同じくしてこのような扱いが山内⁽²⁸⁾によって成されていた。これらはいずれも確率過程として与えられた波の性質と、決定論的に定まった船の応答とが与えられれば、その波の中の船の応答もまた確率過程として表現されることを明らかにし、そのそれぞれの性

質、あるいは求め方、解析法について論じたものである。この場合 St. Denis, Pierson は確率過程の性質を示すものとしてスペクトラム函数のみに主として関心を払ったが、山内はその函数のフーリエ変換で時間の函数である相関函数の有用性をも唱え、その後これを発展させ⁽²⁹⁾⁽³⁰⁾、位相の関係をも含めた完全な応答特性の求め方を示した。またイムパルス応答の求め方を提案し、且つ標本計算を行なう場合の問題点、非線型要素の影響等をも論じた。この分野で見出された問題点は逆に確率過程の統計理論の研究にもいくつかの問題を提供し、その研究の進歩にも多少の貢献をしたといつてよい。現在ではさらに入力をベクトル入力と考えた場合の入力と出力との関係、いいかえれば二つ以上の入力が同時に共存して一つの応答出力を生じる場合、その解析には多入力スペクトラム解析といわれる手法が必要なが示されている⁽³¹⁾。現在、海洋波の計測が極めて困難であるが、たとえ一点で波浪の計測が可能となっても、それだけで船の応答に対する入力としての波を完全に表現することはできないので、一般の斜め波の中の応答のように各種の応答が連成している場合には、このような手法が取られることが必要であろう。また非線型な応答を一般的に扱うには現在用いられている二次モーメントのスペクトラムに代って、パイスペクトラムと呼ばれる三次モーメントのスペクトラム、またはそれ以上の高次のスペクトラムも導入される必要がでてこようとしている。

応答の統計的扱いには以上述べたところの外に、もう少し巨視的な見方がある。これは応答の時間変化、周波



(a) 貨物船 ($C_B=0.60, L=150\text{m}$) (b) 貨物船 ($C_B=0.70, L=150\text{m}$) (c) タンカー ($C_B=0.83, L=300\text{m}$)
第6図 短波頂不規則波中における船体中央部縦曲げモーメントの標準偏差〔文献(33)より〕



第7図 北大西洋の風力分布を用いた Wet-Deck Navigation の長期分布 ($q > 1/10$) [文献 (33) より]

数応答という比較的微視的、構造的な性質よりは、見かけの振幅の最大値とか極大値、または長期間に生じる異常に高い値の統計的性質を問題にする立場である。このような立場は Jasper⁽³²⁾ によってはじめて船の応答の研究に取入れられたが、これによってある海象のもとでの応答、あるいは一航海の中での応答、または船の一生の間の応答というように任意の期間にわたっての統計量を見出すことができる。福田⁽³³⁾ は先に述べたようにストリップ理論で応答函数を、波浪は標準スペクトラムおよび Walden⁽¹⁾ による北大西洋の波浪統計を利用して、縦曲げモーメント、海水打込み、船底露出等のさまざまな応答の長期予測を行ない、船型や船の大きさ、速度、針路等によってこれがいかに変化するかを示し、設計に役立たせる方法を示している。その一例が第6図および第7図に示してある。

2.5 耐航性に関する実船計測

第二次大戦後にはじめて大規模に組織的に行なわれた“日聖丸”による実船実験は、世界の実船実験の歴史に残るものであり、その後の日本の運動性能の研究に多くのいとぐちを与えた。その後も日本では実船実験、実船計測が極めて活発に行なわれている。ことに巨大船のうける応力頻度等については船研、造研等でこの3年間にわたって数値について計測を行なって資料を集積している。これらを含め船研ではこの10年近く毎年実船実験を続けてきており⁽³⁴⁾、造研の流力性能、構造、機関等各分野の研究部会もまた個々の造船所もそれぞれの目的に応じた実験を行なっている。このうち船研と造研 (SR

—63) と共同で行なったシアトル丸の実験⁽³⁵⁾ は耐航性に関する総合的実船実験と銘うって行なわれたものであるが、その目的の一つとして計測・記録・解析の一貫したシステムの開発をも目指したものである。必ずしも最適なもの確立とはいえないが、種々の新しい記録解析法が試みられ、機器が試作され、今日の段階においてこのようなシステムを考えようとする場合の問題点の所在が明らかにされた。このとき東大生研で開発を進めていた曳航式波浪計も試みられた。船研においてもここ数年にわたって実船用波浪計の研究が進められており、特殊浮上型曳航機による波浪計の開発はほぼ完了した。しかしながら曳航型には種

々の困難が伴い必ずしも実用的ではない。そこで先に述べた自由航走模型船用の出会い波浪計の成果を利用して略同様の考え方に基づく実船用波浪計の開発が進められ航海訓練所の協力によって、新しい5,500トン練習船青雲丸の装備計器として製作を終り、本年11月末一応良好な動作を確認する段階にいたった(未公表)。これで実船実験を行なうごとにこの10年来、望まれていて果たされなかった波浪の観測の実現化に一步を踏み出したといつてよい。

3. 操縦性能研究の現状とその問題点

ここでは操縦性能研究についてその現状と問題点を考えてみることにする。ただし、模型試験用の水槽施設等については耐航性の項で述べたので繰返さない。

3.1 操縦性能研究の概況

操縦性能研究の現状については野本⁽³⁶⁾ によって最近まとめて解説されているが、ここでは詳細に立入ることはできないが、さらに概括的に述べることにする。操縦性能研究も世界中で継続的に組織的に各所で行なわれるようになったのは、ごく僅かな例外を除いては比較的最近のことである。この例外のうちにはすでに30年以上も前から日本の海軍で行なわれていた極めて先駆的な優れた研究を挙げることができる。操縦性能研究のみに専念する研究者のグループを擁し、専用の実験施設を持ち、さらにそれらを拡張充実を図り、世界のレベルに先行して着々と成果を挙げていたことは驚くべきことである。一般には世界を通じて操縦性能が独立した分野として研究される

ようになったのは、第二次大戦後のことである。このことは艦艇においては特に操縦性が戦斗力に重大な影響を持ち、時にはその良否が死命を制するものであるのくれば、一般船舶では大洋航行中はむしろ規定した針路に乗せることが重要で、しかも航洋船では推進性に関する顧慮から十分に大きい長さ/幅比を持つ船型が多く採用されたため、この点でもあまり問題がなかったためであろう。約17~18年前までは、舵についての多くの実験が舵の旋回力、操縦性への寄与に関連することよりも、舵によっていかに推進器後流を活用し、推進性能を改善するかにより多く係っていたことにもこの点が窺えよう。しかし戦後、各研究分野の発展とともに操縦性についても研究が極めて活発となり、ことに最近巨大船の出現によって、後にも述べるように操縦性が船の性能上も、運航経済の上からも、また安全性の見地からも極めて重要な要素であることが明らかになるに及んでいよいよ真剣に取組まれるようになってきた。

3.2 流体力学理論的研究

操舵によって運動がひき起こされると、船の左右傾斜も、前後トリム角も変化し、船体まわりの流れの場、いかにえれば圧力も変化し、そのため船の重心の上下位置も変化する。しかし一般にはこれらは小さいので操縦運動は重心を通る垂直軸まわりの回転運動と、重心の水平面内運動とによって表わされる。さらに船の前進方向の速度変動は小さいと考えると、近似的には船の針路に対して重心の横移動と、重心まわりの回頭運動の二つによって表わすことができ、横方向の慣性力および流体力の釣合いと、重心まわりの回転運動の慣性モーメントと流体力のモーメントの釣合いととの二式を与えればよいことになる。使用する式としては慣性項と加速度および角加速度に比例する流体力の項、すなわち附加質量、附加慣性モーメント、および流体力のうち、偏角、回頭角速度、舵角の函数となる項とていずれも示される。このうち偏角、回頭角速度の函数はいわば、流体力のうち減衰抵抗力に相当する。附加質量、附加質量モーメントについては、耐航性の項で述べたと同じく流体力学的考察によって、例えばストリップ理論や、細長物体理論によって求めることができ、あるいは元良⁽⁴¹⁾の行なった実験研究の結果を用いて推定することができる。減衰力に相当する偏角、回頭角速度の函数は船体を縦横比 $2d/L$ (d は吃水、 L は船長)の小縦横比の翼(水面と直角な軸を持つ)と考え、小縦横比理論によって求める試みがなされている。わが国においては井上⁽⁴⁷⁾⁽⁴⁸⁾によって早くからこのような理論に基づく近似理論が研究されてきているが、小縦横比翼であるから偏角(すなわち翼の迎え角)や回頭

角速度の二乗や積の項が種々の形ではいつてきて非線型の影響がでて来る。最近もこの非線型を種々に変化させたものを用いて方程式を電子計算機によって解いて、種々の運動や進路安定条件を解く試みが続けられている。

谷⁽⁴⁹⁾は先に非線型な項が含まれる運動方程式を解いて、小さな舵角の範囲内で起こる一つの特異現象を究明した。次項に述べるような近似的扱いにおいては、これらの非線型項はすべて小さいものとして無視し、線型項のみ残して減衰力に相当する項も、舵から来る力もモーメントもすべて偏角、回頭角速度、舵角等の一次函数として表現される場合が多い。そのときの比例係数 $C_{Y\beta}$ $C_{Y\dot{\beta}}$ 、 $C_{M\beta}$ $C_{M\dot{\beta}}$ 、 $C_{M\ddot{\beta}}$ 、 $C_{M\delta}$ 等が普通いわれる旋回運動の微係数と呼ばれている係数である。

3.3 操縦運動の伝達函数的扱い

船の旋回運動が近似的には横方向の力の釣合と重心回りのモーメントの釣合の二つの式から表わされることは3.2で述べたところである。またそこで述べたように減衰力に相当する偏角、回頭角速度の函数、および外力に相当する舵角等の函数をそれぞれ偏角、回頭角速度、舵角の線型の函数であると考え、これらの二次以上の非線型項を無視すると、偏角 β と、旋回角速度 $\dot{\beta}$ との二つの未知数を含む連立一次微分方程式が成立つ。野本等⁽⁴⁰⁾は早くから、これから一つの未知数 β を消去して得られる。

$$T_1 T_2 \frac{d^2 \dot{\beta}}{dt^2} + (T_1 + T_2) \frac{d \dot{\beta}}{dt} + \dot{\beta} = K \delta + K T_3 \frac{d \delta}{dt}$$

のような旋回角速度 $\dot{\beta}$ についての二階微分方程式から正弦操舵に対応する角速度の応答の特性、すなわち、周波数応答特性をすべて T_1 、 T_2 、 T_3 、 K 等のいわゆる操縦性指数で表現させている。

野本等はさらに近似を進めてこれら4つの指数のうち T_1 と K とが特に重要であるとし、 T_2 と T_3 を加味した T_1 の修正値 T と K とによって、操縦運動の一次系近似 $T \frac{d \dot{\beta}}{dt} + \dot{\beta} = K \delta$ を行なっている。この T と K とがその後極めてよく用いられている二つの操縦性指数である。そしてこの一次系近似が実際の船の運動をよく表わす一つの例として Kempf の提唱した Z 操舵を採用し、またこれから K と T とを求める手順をも標準化している。そして K はある舵角に対する最終的な旋回角速度とその舵角の比で旋回力の指数であり、 T は進路安定性ならびに操舵に対する追従性の指数とってよいことを明らかにした。これはそれぞれ船の長さ L と速さ v との比によって無次元化され K' 、 T' と呼ばれている。以上はかなり大胆な近似であるが、実際の運動をかなりよく表わし、またわずかに二つのパラメーターによって操

縦性に一つのスケールを与えるものとして今日では極めて一般化されている。この表現はもとの運動方程式をラプラス変換して求めた旋回角度数の舵角に対する伝達関数の単純化によっても導かれる⁽⁴¹⁾。

3.4 流体力の実験的研究

3.2 で述べたような旋回についての運動方程式の各要素成分を求めるものとして種々の実験方法がある。そのうち代表的なものに旋回腕水槽の実験と強制平面運動装置による直進水槽における実験法とがある。いずれも力の測定を行なうため、拘束模型を用いるが、力を測定しないモードの変位、例えば上下動とか、トリムの変化は極力許すように工夫して行なわれる。このうち旋回腕水槽によるものは日本においてはすでに30年前前から海軍で用いられていた技術であり、古い歴史を持っている。戦後、九大⁽⁴²⁾ で小規模なものが作られ研究されていたが、日本ではアメリカ等におけるほど活発には行なわれていなかった。その後操縦の研究が活発になってきた最近になって、再びまた必要性を生じ見返されてきたものである。現在船研では旧施設(直径11m)を活用してデータを出しており、derivatives は線型に止らず、二次、三次のものまで取って船の運動は電子計算機によって解きうるようなプログラムができています。九大においては新たに作られた航海性能水槽の中に移設可能な直径20mの円形レールと旋回腕支持、支持駆動装置を設置し、中型模型 2~2.5m を用いて実験できるようになった。これからの資料の集積が期待しうる段階である。このような水槽は操縦運動に及ぼす浅水効果等を求めるのにも極

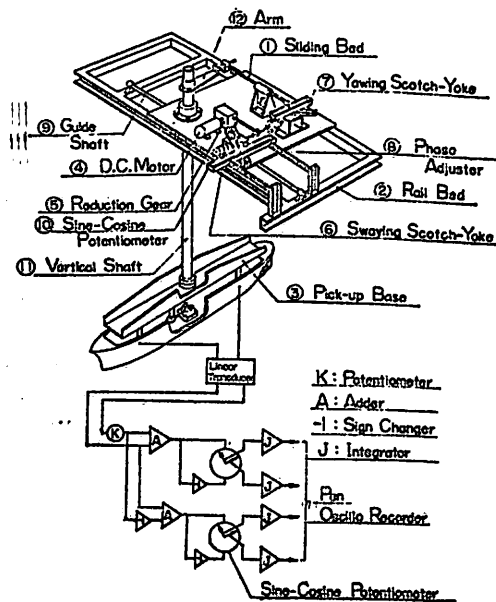
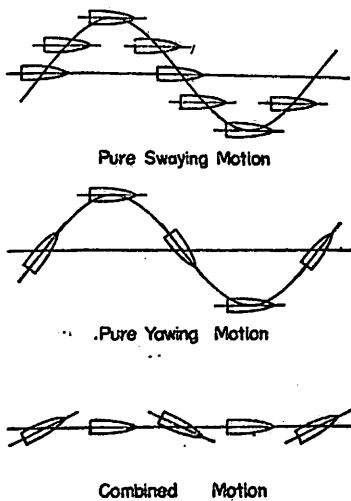
めて適して、いずれの水槽もそのような研究に着手している。

旋回腕水槽による実験の利点は、大舵角をとった場合の船の旋回運動のように比較的大きい運動に至るまで、広い範囲の流体力の変化の模様を偏角、旋回角速度、舵角のパラメーターごとに求めることができる点であり、欠点は舵角の小さい、微少な運動、すなわち針路安定性能の判別に微妙に影響するような運動における流体力の検討に不便なこと、および附加質量、および附加質量モーメントをそのまま求めることのできない点であろう。

平面運動強制法はアメリカ海軍、オランダ等で用いられていたものであるが、元良は1960年以来これに着目し東大においてこれを用いた独特な試験法を確立した⁽⁴²⁾。これは第8図のように進航している船を強制的に左右に往復運動させ、あるいは重心まわりに回頭運動を与え、運動と同時に船にかかる流体からの力を測定することができるようにしたもので、運動の組合せによって純粋なスウェイ、純粋な船首揺れ、または複合運動を生じる。測定した力は運動と同期させた電気信号によって調和解析し、運動と同位相成分と、90° ずれた成分とに分けて求めることができる。そして極めて低周波数領域まで充分な精度をもって操縦運動の微係数を求めるのに役立つこと、そしてこれから、外挿によって、周波数0の時の値を求めると旋回腕水槽によって求めた値によく一致することを示した。この方法によると附加質量、附加質量モーメント係数も求められるという点はすべての流体力の周波数による変化を求められるという点とともに旋回

腕水槽にない利点である。今日日本の3~4の水槽でこのような平面強制運動計測装置を備え、このような実験が行なえるようになってきている。欠点といえば振幅が比較的大きい、いわば大きな舵角による旋回運動時の値は旋回腕水槽による実験よりも求め難い点があげられる。しかし後にも言及するように浅水効果のみでなく、制限水路における側壁効果等を求めるのにも適している。旋回腕による実験と長短相補うことにより、より効果を上げることができる。

舵によって発生する流体力の研究も直進水槽、旋回腕水



第8図 強制偏揺器および位相解析器 [文献(42)より]

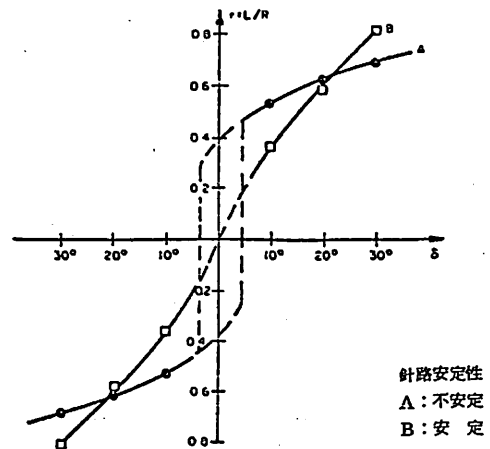
槽、あるいはまた回流水槽または自航模型船⁽⁴³⁾を用いてなされていて、船研、阪大等におけるノズル舵の研究、川崎重工におけるフィン付き舵、東大におけるフラップ舵の研究⁽⁴⁴⁾等が挙げられる。その他、強制平面運動装置を用いる流体力の測定や、また自動航路設定の制御法の研究等に回流水槽を用いる試みも防衛大や東大でなされている。

操縦運動に影響を及ぼす流体力は、水線下船体のうける水圧力のみではない。水線上の部分は風によって風圧力およびモーメントを受け、これは船の操縦運動にも大きく係って来る。第二次大戦後この点にもかなりの注意が払われ、多くの船型について風洞実験が行なわれた。そして主として横方向からの風によって前後軸まわりに船体のうける転覆モーメントが復原安定性に影響を及ぼすものとして取入れられたと同様に側圧力や垂直軸まわりに船体のうけるモーメントの操縦性に影響を及ぼすものとして操縦運動の解明に取入れられている。この場合、水面の影響は水面板によって代表させたり、水線面に対称ないわゆる鏡像模型を用いたりすることによって取入れられている。ところが現在では吹口がタンク水面上に設けられたような風洞付き水槽が九大応力研、船研、大阪府大、東大生研等に整備されるにおよんで風洞を使用せず実際に水面に浮んだ模型船に風をあててこのような実験を行なうこともできるようになっている⁽⁴⁵⁾。

3.5 操縦運動の模型実験

模型推進器と駆動用原動機を搭載し、自由に航走する模型船を用いて実際にさまざまな操舵を行ない、広い水面を運動させて各種の操舵に対する模型船の反応を調べそれより実船の操縦性能を推定し、問題点を明らかにするような方法はすでにわが国においては15年以上の歴史を持つ。現在では方法も殆んど標準化され、かなり広く用いられている。中でも船研第1船舶試験水槽、阪大旋回池、防衛庁第1研旋回池等ではかなり施設が整備され大規模に行なわれている。

自航模型船による試験では、縦距、横距、旋回径等、操舵発令からの船の旋回運動の性質を示す諸量を計測する試験、スパイラル試験に相当する試験、 K 、 T を求める Zig Zag 試験の他、小川によってS字操舵法なども提唱され、損傷をうけて片舷に傾いた船など左右舷旋回性能の異なる船の K 、 T を求めるのに用いられている。また特に針路不安定領域を持つような船に対しては第9図に示すような不安定領域をより適確に求めるためスウェーデンで提唱され、日本でも実船で試みられはじめたような逆スパイラル試験法⁽⁴⁷⁾も模型試験でも行なわれようとしている。また自航模型船に装備した舵にかかる



第9図 舵角 δ と旋回角速度 $\gamma (=L/R)$

力やモーメントを測定して舵そのものの形状、推進器船体との相互関係あるいは特殊な舵の性能を調査するような実験、あるいは特殊な船型や押航艇船団の操船性能⁽⁴⁶⁾等の自航模型船による操縦性試験等も行なわれている。

3.6 操縦性に関する実船試験

操縦性の研究については、実船の資料が極めて重要である。まして模型船と実船との相関について特に巨大タンカー船型等ではまだ明らかでない点が多い現在では実船の正確な試験資料が極めて貴重である。しかし現実には実船での試験にはかなりの時間を要するうえに、ことに巨大船等の操縦性試験では、その計測の精度を上げることも容易でないこともあって、新船型の新造公試運転においてすら 35° 旋回試験がやっと行なわれる程度である。しかもその結果の信頼度も必ずしも十分とはいえない。Z 操舵試験やスパイラル試験にいたっては、むしろまれにしか行なわれない現状である。船長の操船用の基礎資料として安全上も極めて必要であるばかりでなく、すでに述べたように模型船と実船との相関を明らかにする上に必要欠くべからざるものであるので、今後一層この点について前進的努力が必要である。試験を容易にするため、スパイラル試験にかわって逆スパイラル試験法など新しい方法も提唱され試行されはじめている。なおまた自動操舵系を装備する場合の船を含めた系としての応答が自動操舵系の調整各点でどのように変化するか等についても試験法は極めて容易であるにもかかわらず⁽⁴⁸⁾、試験もそう確実に行なわれていない。このような点は今後の自動操舵系をも含めた船の操縦性向上のためにも大いにあらためられるべきであると思われる。

大洋航行中の操舵頻度等も最近では 2~3 の実測例があ

り⁽³⁴⁾⁽³⁵⁾、選航上自動操舵系の設計上の大きな参考となっている。実船の推進器後部の舵トルク、横力等についても実際にはかなり複雑な実態があることは、2~3の計測例によって判ってきており、その理論的解明も試みられているが、さらに多くの計測解析が必要であろう。

3.7 巨大船の操縦性の研究

巨大船の設計にとって良好な操縦性の確保は、その安全性、経済性の上からいって極めて重要である。昭和41、42年と官民を挙げて巨大船建造上の問題点が検討され、50万トンの試設計も行なわれたが、その際にも操縦性は重要な検討対象であった。

巨大化とともに船の長さ/幅比はいよいよ小さく、 C_B はいよいよ大きくなる傾向は未だつづいていて、 L/B は5.5を下まわり、 C_B は0.85を上まわるような船型が現われようとしている。したがって第10図⁽⁴¹⁾に示されるように $1/K$ 、 $1/T$ が0に極めて近づき、または負の値となり、針路安定性を維持することがいよいよむずかしくなり、針路不安定な船も現われはじめている。特に巨大船ではこのように小舵角における船の運動が問題になるが、このあたりではことに模型船と実船との相関が未だ明らかでなく、どちらかというとも模型船の方が安定がよく表われる傾向にあって危険である。また模型船にも、実船にも船尾流れが剝離等を伴う不安定になる現象

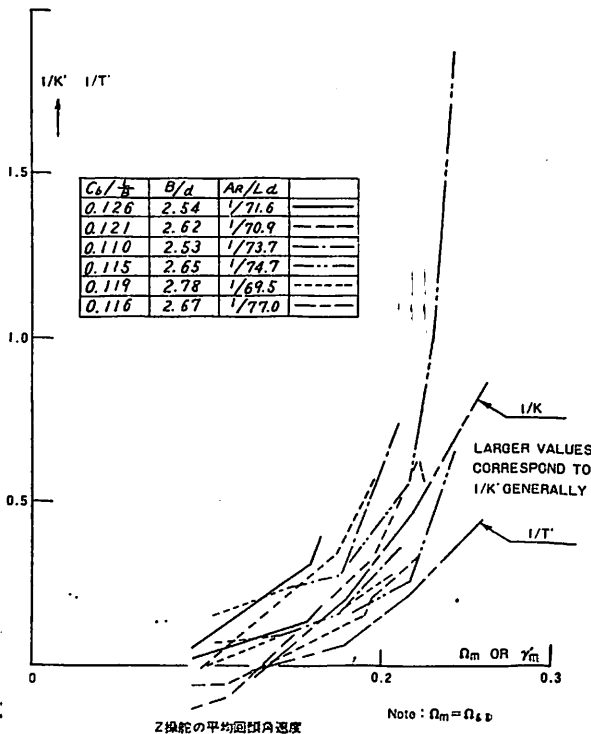
があって、しかも模型と実船とでそれが異なっており、事態をさらに複雑にしている。この点についてもさまざまな方向から解明の努力がなされているが、推進性能の分野にも係ってなお今後の研究の待たれている分野である。また2軸2舵、2軸1舵の性能についての検討も未だ充分ではない。また上に示したような船型の短長肥大化の傾向は旋回性をよくし、旋回径を船の長さの割には小さくするに役立つが、船の巨大化とともにその絶対値はいよいよ大きくなり、船の挙動を鈍重にする。またひとたび衝突、乗揚げ等の事故を起こしたときにはハイムバルト号、トリイ・キャニオン号の例で明らかのように、第三者に及ぼす災害が甚大な規模となるおそれが極めて大きい。したがってこのような巨大船ではことに港湾内、狭水道等における操縦性が急速停止性能等の問題を含め極めて重要な問題となつてきて調査されている。

また水深が吃水に比較して小さくなったときには、一般的傾向として極めて大きい浅水影響が表われ、また水路幅が狭く船が側壁に近いときには、いわゆる側壁効果が表われるが、巨大船の出現とともにこの問題もまた新たな関心と呼ぶようになり、次項にまとめて示すように新しい実験技術、解析方法を用いて研究されている。

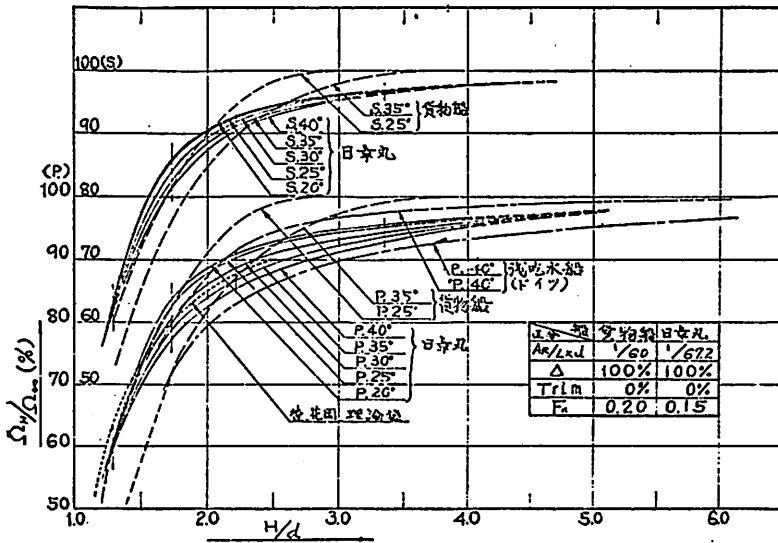
また船の巨大化に伴って旋回の時定数 T はいよいよ大きく、船の挙動が遅いため、従来規定されていたように、舵角 35° 一杯から反対舷 30° まで28秒(または $35^\circ \sim 35^\circ$ 、30秒)という船の大きさに拘らず一律の操舵速度は不合理ではあるまいかとの検討が日本海難防止協会、日本海事協会等によって行なわれた。その結果、大型船では多少操舵速度を遅くしても舵面積を大きくした方が有利であることが明らかとなり、規程にも考慮されようとする動きもある。

3.8 浅水影響と制限水路効果

操縦性に少なからざる浅水影響があることは判っていたが、具体的な資料は多くはなかった。この点についての実験的資料が、自航模型船を実際に広い水面の水深を変化させて浅水中において旋回させて船研⁽⁴⁹⁾などのグループによって出された。それによれば第11図に示すように $C_B=0.81$ $L/B=6.41$ の巨大タンカー型に対しては旋回径は水深/吃水比1.25の浅水域では深水での値に対して100%も増大するほど浅水影響は大きいこと、しかもこれは速度をおとしても改善されないこと等が明らかにされた。このことは理論的な考察⁽⁵⁰⁾をも裏付けている。自航模型船が運動できるような広水面の水深を変化させることは容易ではないので、現在旋回腕水槽や、強制平面運動装置を用いる実験において水深を変化させ、



第10図 大型肥大船の操縦性指数〔野本による〕



第11図 水深による旋回角速度 Ω の減少率〔文献 (49) より〕

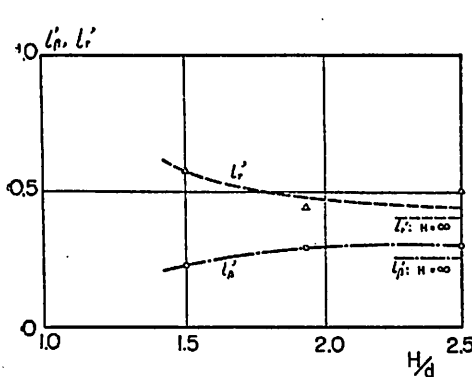
模型船にかかる流体力の水深による変化を見出し、それから船の運動に対する浅水効果を見出そうとする研究が東大、九大、船研等で行なわれている。東大においては確立された強制平面運動装置を用いる実験によって浅水影響のみでなく、水路幅に制限がある場合の側壁影響についても調査している⁽⁵¹⁾。これによると第12図に示されるように浅水影響のためにある範囲の水深では水深が十分に大きい場合にくらべて、むしろ針路安定性は減じ船型によっては不安定にさえなる範囲があるという興味ある結果を得ている。また巨大船の接岸時に必要な曳船等の作業力を推定するための資料として船研⁽⁵²⁾においては巨大船の斜流中船体のうける圧力に対する浅水影響を求めている。たとえば第13図のように水深が吃水の1.2倍のときには水深が極めて大きい時にくらべ、3倍半以

上もの作業力が必要であること、また岸壁によるいわゆるクッション効果は接岸時のような対水速度では、あまり問題にする必要のない大きさであること等を明らかにしている。

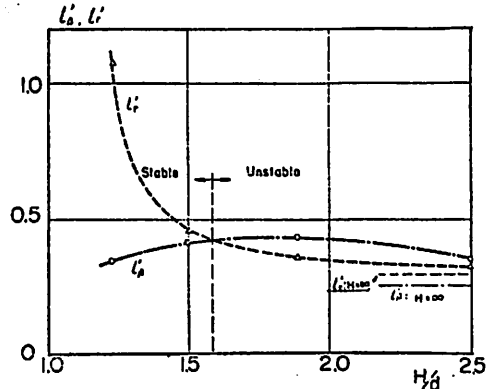
浅水域での船体沈下の問題も重要であるが、神戸商船大学や九大 (SR-98) 等で引きつづき実験が行なわれている。

3.9 制御系としての操縦性の研究

先に述べた野本の操縦性指数 K, T 等の考え方も船の操縦運動を制御系と考える立場から出たものである。谷⁽⁵³⁾はこれに対し手動操舵を加えた船の安定性や操舵手特性から見た船の操縦性指数等、操舵の立場からこれを検討している。さらに制御系としての考え方を押し進め、新しい針路に転針しようとする場合どのような舵角をどの位持続し、どの時点においてあて舵をどのように取るかというように最適制御の理論をあてはめて操舵問題を考える試みも山本⁽⁵³⁾によってなされている。また東大においては、これに自動操舵を加えた系についての制御系の研究を活発に進めており、本来方向安定な船でさえあれば自動操舵系によって操縦性の向上はかなり可能であることを見出した⁽⁵⁴⁾。また外洋を航行する船に対して最も経済的な最適自動操舵系の設計には航路からの偏倚角の二乗平均と、航路設定のために自動操舵系によって与えられる舵角の二乗平均との荷重和を一つの評価関数として用いる提案⁽⁵⁵⁾を行なっている。また将来、狭水道、港湾等では当然問題となることの予想される、設定され

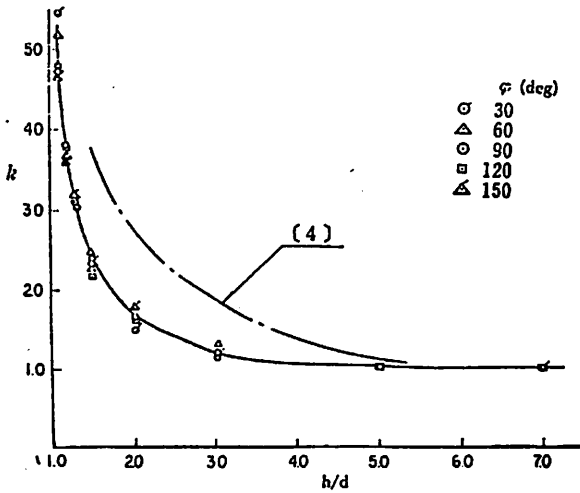


マリナー型船 ($F_n=0.155$)



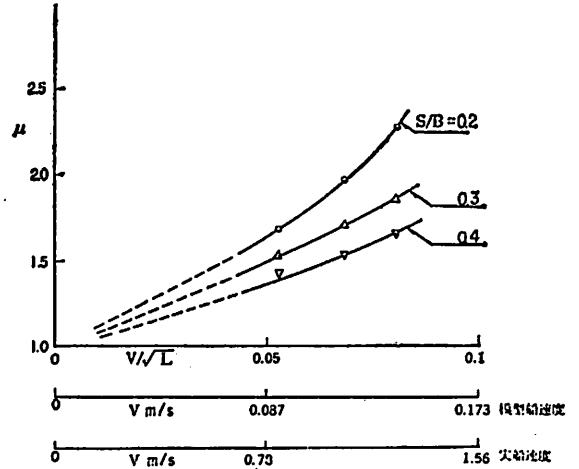
東京丸 ($F_n=0.0675$)

第12図 減衰力の舵力点に対する浅水影響〔文献 (51) より〕



水深と浅水影響係数

第13図 巨大船の横抵抗係数に対する浅水および岸壁影響係数〔文献(52)より〕



速長比と岸壁影響係数 (h/d=1.5)

た航路に船を自動誘導する場合の問題点についても論じている⁽⁶⁶⁾。一般に制御工学の理論は最近かなり進歩しており、船の操舵に対しても取入れるべき成果が数多くあると思われる。近代の制御理論の先駆者 Minorsky の扱ったのは船の自動操舵であったことを思うとこの分野の努力が、さらに必要であると思われる。

4. おわりに

いままで耐航性、操縦性等の呼名で代表される船の運動、流力特性の研究について、その現状と問題点を述べてきた。もとより限られた紙数の中で、その全般に触れることはできなかったが、この小文が運動性能研究の現状と問題点を示すのに多少たりとも役立てば幸いである。

この方面の性能は、平水中の試運転速力のように明快に判断される性能ではなく、これを運用する乗員の Seamanship との係り合いが極めて大きい性能である。乗員の永年の経験と勘とをいかに技術的に解明し、体系立て、知識化するか、そしてそれらを活かし、いかに優れた船舶に結晶させるか、すなわち操船者の技量と造船の技術とをいかによく融合し、役立てるかは、造船技術者としての、ことにこの分野に係るものの努めではないかと考えている。

引用文献

- (1) Walden, H.; Einzelveröffentlichungen Nr. 41, Deutschen Wetterdienst Seewetteramt, Hamburg, 1964
- (2) “北太平洋の風と波”, 日本造船研究協会 昭41.3
- (3) Yamanouchi, Y., Unoki, S. & Kanda, T.; Papers

of Ship Research Inst. No. 5, 1965

- (4) Proceedings of the 3rd International Ship Structure Congress, Delft 1964 Vol. 1 Report of the Committee Nr. 1
- (5) 花岡達郎; 造船協会論文集 第89~100号 昭31~32
- (6) Korvin-Kroukovsky, B. V. & Jacobs, W. R.; Trans. Vol. 65, SNAME, 1957
- (7) 田才福造; 造船協会論文集 第105号, 昭34
- (8) 渡辺恵弘; 九大工学集報 第31巻, 第1号
- (9) Proceedings of the 11th International Towing Tank Conference, Tokyo, 1966
- (10) Yamanouchi, Y. and Ando, S.; Papares No. 18 Ship Research Institute, Oct. 1966
- (11) 福田淳一; 造船協会論文集 第110, 111, 112号, 昭36~37
- (12) 郷田国夫; 造船協会論文集 第121, 123号 昭42~43
- (13) 高木又男, 雁野昌明; 造船協会論文集 第121, 122号, 昭42
- (14) 新谷 厚; 造船協会論文集 第123, 124号, 昭43
- (15) 丸尾 孟; 造船協会論文集 第120号, 昭41
- (16) Tasai, F.; Reports of Research Institute for Applied Mechanics, Kyushu Univ. Vol. IX, No. 35 1961
- (17) 田村欣也; 西部造船会々報 第26号 昭38
- (18) Grim, O, 高石敬史; Schiff und Hafen, Heft 10, 1965
- (19) Tasai, F.; Reports of Research Inst. for Applied Mechanics, Kyushu Univ. Vol. XIII, No. 45, 1965
- (20) 田才福造; 西部造船会々報 第32号 昭41
- (21) 別所正利; 防衛大学校理工学研究報告 第3巻 第1

～第3号 昭40, 41, 造船協会論文集 第117号 昭40
 (22) 田宮 真; 造船協会論文集 第118, 120号 昭40～41
 (23) 田坂鋭一, 元良誠三, 見学道彦, 伊田 力, 小柳雅志郎; 造船協会論文集 第117号, 昭40
 (24) 元良誠三; 造船協会論文集 第105～107号 昭34～35
 (25) 山内保文, 高石敬史, 吉野泰平, 森 政彦, 猿田俊彦; 船舶技術研究所報告 第5巻, 第4号, 昭43
 (26) 竹沢誠二, 福原正彦, 山下誠也; 造船学会論文集 第124号 昭43
 (27) St. Denis, M. & Pierson, W. J. Jr.; Trans. Vol. 61 SNAME, 1953
 (28) 山内保文; 造船協会論文集 第99号, 昭31
 (29) 山内保文; 造船協会論文集 第109, 110, 111, 117号 昭35～40
 (30) 山内保文, 高石敬史, 菅井和夫, 安藤定雄; 造船協会論文集 第119号 昭41
 (31) Yamanouchi, Y.; Presented to the 2nd U. S.-Japan Joint Seminar on Applied Stochastics, Washington, 1968
 (32) Jasper, N. H.; Trans. Vol. 64, SNAME 1956
 (33) 福田淳一; 造船協会論文集 第123, 124号 昭43
 (34) 高石敬史, 安藤定雄, 門井弘行; 船舶技術研究所報告 第2巻 第2号, 昭40
 (35) 日本造船研究報告 第65号 昭43
 (36) 野本謙作; 造船協会誌 第451号 昭42
 (37) Inoue, S.; Memoirs of the Faculty of Engineering, Kyushu Univ. Vol. XVI, No. 2. 1956

(38) 井上正祐; 造船協会誌 第424号 昭39
 (39) 谷 初蔵; 造船協会論文集 第108, 109号 昭35～36
 (40) 野本謙作ほか; 造船協会論文集 第99, 101, 103, 109, 110, 昭31～36
 (41) 野本謙作; 造船協会誌 第424号 昭39
 (42) Motora, S. Fujino, M.; 造船協会論文集 第118号 昭40
 (43) 藤井 齊ほか; 造船協会論文集 第107, 110, 111号 昭35～37
 (44) 加藤洋治, 元良誠三; 造船学会論文集 第124号 昭43
 (45) 辻 豊治; 船舶技術研究所 第6巻 (未刊)
 (46) 小川陽弘; 船舶技術研究所 第6巻 (未刊)
 (47) Smitt, L. W.; Report No. Hy-10, Hydro-OG Aerodynamisk Laboratorium, Lyngby Denmark, 1967
 (48) 山内保文, 吉野泰平, 菅 信, 猿田俊彦; 船舶技術研究所報告 第3巻 第5号, 昭41
 (49) 小関信篤, 山内保文, 松岡史香, 山崎芳嗣; 造船協会論文集 第117号, 昭40
 (50) 菅 信, 花岡達郎; 造船協会論文集 第115号, 昭39
 (51) 藤野正隆; 日本造船学会論文集 第124号, 昭43
 (52) 辻 豊治, 森 信篤, 山内保文; 船研報告 (未刊)
 (53) 山本平弥; 造船協会論文集, 第121号, 昭42
 (54) 元良誠三, 小山健夫; 造船協会論文集 第116号 昭39
 (55) 小山健夫; 造船協会論文集, 第122号 昭42
 (56) 渡辺 巖, 不破 健, 小山健夫, 元良誠三; 日本造船学会論文集

「仁光丸」(179頁より)
 る危急後進試験を行なった。これらの試験中は相当数の人員が機関室にはいたが(試験立会のため), 実質的には全然機器に手を触れぬ, 無人化状態で行なわれ, すべて確実に作動, 満足すべき状態であった。

7. むすび

以上のごとく仁光丸はNK船級船としては, 機関室無人化を計画した第1船として, その目的をほぼ満足した運転結果を得て, 11月29日無事引渡しが終わった。勿論, 就航後直ちには完全無人運転はできないが, 数カ月の初期故障(特に管系よりの漏洩)が保修された際には, 夜間無人運転が可能となるであろう。また, NKの“無人機関室に関する規則”が公布された際には, 入級のための若干の改造工事も予想されるが, 本規則の公布以前に, 無人機関船“仁光丸”が就航し, 実績を作ることは今後の計画船, 規則の

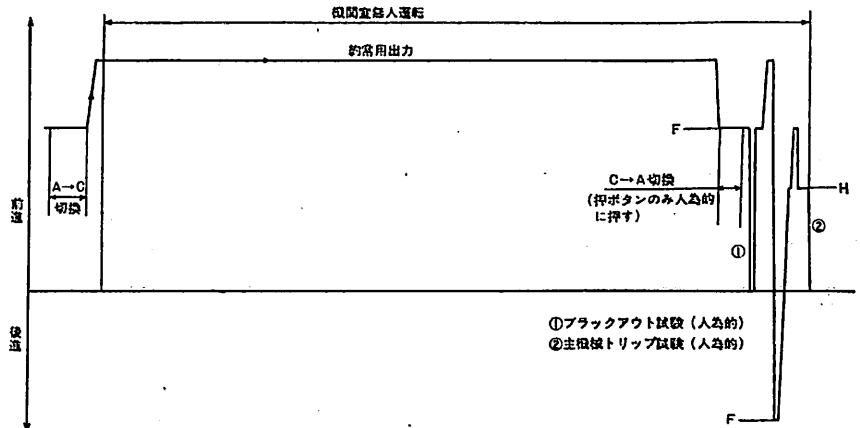


図10 機関室無人運転方案

確立等に対して大いに意義あるものと思われる。なお, 処女航海には当社より機関部設計課員1名および電気部現業員1名を配乗させて, 機器の調整, 運転状態の記録, および今後の機関部無人化船に対する計画参考資料の収集を行なうことになっている。

終りに本自動化の計画にあたり最初から種々ご指導いただいた三光汽船株式会社殿に厚く御礼申し上げます。

船体強度および振動に関する問題点と展望

大阪大学教授

八木 順 吉

1. 緒言

最近数年間にわたって行なわれた船体構造の強度および振動に関する研究成果の概要を述べるとともに、将来解明すべき問題点について思いついたことを述べる。

船体構造の強度を検討する場合には、従来は船全体としての強度を大別して縦強度、横強度、捩れ強度に分けてそれぞれについて検討が行なわれてきた。ところが実際はこれら強度が厳密にはそれぞれ独立に検討すべき問題ではなく、たがいに関連のあるものである。また一方、船体構造強度の解析法の進歩により、ある荷重状態が与えられると、船全体の骨組構造としての応答が電子計算機によって求められ、縦横各部材の分担する荷重、それによって生ずる各部材の曲げモーメント、剪断力および軸力等が算定し得るようになった。したがって将来は船全体としての強度を検討する場合には、縦横および捩れ強度等に分けて取扱うことなく、同時に船全体としての強度が検討されるようになるであろう。

ここでは説明の都合上、従来の分け方により縦強度、横強度、捩れ強度および局部強度に分けてそれぞれについて展望を行なう。

なお以下に述べる研究成果の概要については、個々の研究論文、研究者等については明記しないが、それらについては造船学会誌の6月号に毎年詳細に報告されているので、それらを参照されたい。

2. 船体に作用する荷重

2.1 波浪曲げ荷重

近年海洋波の理論の発展並びに船体運動理論の進歩によって、不規則波中において船体に作用する縦曲げ荷重に関する理論的研究および実験的研究が盛に行なわれるようになり、波浪曲げモーメントの長期分布が推定されるようになった。これらの曲げモーメントの推定に関しては2つの方法がとられている。その1つは実船計測によって得られた応力頻度を統計理論により解析する方法であり、他の1つは理論または模型実験によって得られた規則波中における船体の曲げモーメントに対する応答関数を用い、線型重畳法を用いて曲げモーメントの短期

分布を求め、海洋での波浪の観測資料を基として統計的に曲げモーメントの長期分布を推定する方法である。

前者に関してはわが国をはじめ各国において実船計測が行なわれており、計測結果の解析が報告されているが、それらの資料は未だ十分とはいえない。分後引続き行なわれなければならない研究の1つである。後者に関しては電子計算機を用い完全に理論計算のみによる波浪曲げモーメントの長期分布の推定法が開発され、それを用いて油槽船および貨物船について系統的に多数の条件の組合せに対する波浪曲げモーメントの長期分布の計算が実施されている。

また上記の応答関数を求めるストリップ法の適用限界について流体力学的から検討が行なわれ、その適用範囲並びに誤差の修正法等が示されている。

2.2 波浪圧力

上記の曲げモーメントは主として船体の縦強度に関する荷重であるが、船体横強度を検討するためには、船体表面に作用する波浪による圧力分布を知る必要がある。これに関する研究は従来はほとんど実施されていなかったが、最近になりこの方面の研究が始められるようになり、前節の方法と同様にストリップ法を用い規則波中における船底水圧の変動量の計算が行なわれ、模型実験結果と比較してかなりよく合致することが示されている。なおこれらの研究は未だ着手されたばかりであり、将来解明すべき問題が残されている。それらの問題の1つは船体表面の各点に作用する圧力変動の位相差がどのようになっているか、またどのような圧力分布が船体横強度上最も苛酷であるか、したがって横強度上どのような圧力分布を想定すべきか等である。

上記の圧力は波浪と船体との相対運動に基づくものであるが、これらの変動圧力は衝撃的な圧力ではない。ところがこれとは別に船首船底が水面に衝撃的に当たるときは非常に大きな圧力が衝撃的に発生する。この現象は一般にスラミングと呼ばれ、近年になってこれに関する研究が理論、模型実験および実船試験等によって行なわれるようになった。すなわち近似的には楔形断面が水面に突入する際の理論を応用して、その時の衝撃圧力の計算式が提案されており、実船のバラスト状態時でのスラ

ミングによる船底凹損例の解析結果等と比較検討されている。一方、模型船による実験では規則波および不規則波中におけるスラミング発生の確率、スラミング周波数および中央断面での曲げモーメント等が計測され計算値と比較されている。一方、実船計測により、船体運動とスラミング水圧およびその頻度等が実測され解析が行なわれるが、この問題に関してはなお不明の点が多く長期にわたる実船試験を行なって統計的に調査する必要があると思われる。

これらの圧力の他に波浪の打ち込みによる衝撃荷重があり、これによると考えられる甲板部等の凹損例がかなり多く報告されている。この圧力に関しては極く一部の研究が行なわれているにすぎず、未だ理論的にこの圧力の大きさを推定するのは困難な状況である。現状では凹損例から板および梁の曲げ理論を用いてその大きさの残留撓みを生ぜしめるような静水圧を逆算し、波浪打ち込み時の等価水頭が推定されている。

2.3 その他の荷重

油槽船のタンク内の荷油の運動による圧力については、実験的および理論的に研究が行なわれ、その圧力を求める近似式が導かれており、タンク内の荷油の運動の固有周期と船体の横揺れあるいは縦揺れ等の固有周期が同調しなければ、問題とするほどの大きな圧力は生じないことが示されている。

また鉾石等の粉体がタンクの底壁および底部におよぼす圧力についても模型実験および実船試験等によって研究されており、クーロンの土圧理論と比較検討されている。また振動実験により振動加速度と粉体圧力の変化等の関係も検討されつつある。

3. 縦強度

2.1で述べられた波浪縦曲げモーメントおよび静水中における縦曲げモーメントに対する船体の縦応力に関する応答については、特殊な構造をもつ船体（例えば中心線に関して左右非対称な構造をもつような場合）以外の従来建造されているような船体については一応正確な値を求めることができる。

すなわち上部構造と主構造との相互干渉については既に多くの研究が行なわれており、両構造の剛性と両構造を結合する部分の剛性が判れば、それらが縦強度に寄与する効果を求めることができる。また甲板等に多数の開口を持つような船体構造あるいは多列倉口を有する構造に対する応答も計算することが可能である。また縦隔壁の有効性についても理論的および実験的に究明されており、さらに曲げモーメント分布が鞍型となるような場合

は甲板部で顕著な剪断遅れの現象が生じるが、このような荷重状態に対する応答の計算法も示されている。

一方、甲板および外板等の初期撓みの影響に関して多くの研究が行なわれており、撓み量と各部の有効剛性との関係も明らかにされている。このように縦荷重に対する縦応力の弾性的な応答に関してはほとんど解明されており、少なくとも従来建造されたような船体構造に対してはあまり問題はなさそうである。

また縦剪断力による倉口の閉開変形の問題も研究されており、後述する横荷重に対する場合と同様に倉口の形状と各部の剛性と倉口開閉量との関係が定量的に求められている。

このような縦曲げ荷重による船体の応答は一応求めることができるが、残された重要な問題はこれらの応力値をどの程度におさえるべきか。すなわち船体横断面の断面係数はどのようにして決定すべきかということである。まず波浪曲げモーメントの長期分布が得られた場合、それらの中のどのような値を基準として強度を検討すべきかということである。すなわち船の一生の中で生じ得ると考えられる最大曲げモーメントをとるべきか。あるいは統計理論上信頼し得る値として船の一生の中で発現回数かどの程度のものが最も適当であるかを定め、それと異常値に対する安全率を考慮して断面係数を定めるべきか等の問題である。またいずれの方法をとるにしても上記の考え方のみによって船体の絶対強度を検討し、使用材料の強度のみから断面係数を決定することは非常に危険であり、あくまで従来安全に航行していた船との相対強度を充分検討した上で決定されねばならない。その理由の1つは波浪曲げモーメントの推定値の信頼度に問題があるが、船体構造の不連続部の強度の評価、建造時の残留応力、加工による予歪、溶接部の欠陥、工作上の誤差等の強度におよぼす影響等に関して未だ不明の点が多く、集中応力あるいは集中歪の分布状態が求められても、それと強さとの関係があらゆる場合について正確に判明していないからである。

一方、上記の静的強度とは別に繰返し荷重に対する疲労強度の検討も併せて行なう必要があるが、一部の研究結果によれば各部材の平滑部での強度は現状の船体では十分な強度をもっていることが示されている。ところが実船の損傷例を調査すれば疲労亀裂と思われる損傷が縦部材に生じている。したがって形状または構造の不連続部、部材結合部等については疲労強度についても十分検討する必要があり、船体構造として避け得ないような応力集中部での疲労強度が十分維持できるような断面係数を与えなければならない。

4. 横強度

船体の巨大化に伴ない、横強度上従来予期しなかった各種の問題が生じてきたが、これらの問題に関する研究も活発に行なわれ、多くの問題が解明されつつある。

この分野における大きな研究成果の1つは、船体を立体骨組構造と見做して、船全体に対して各構成部材に生じる曲げモーメント、剪断力および軸力等を求め得るような電子計算機プログラムが各所で開発されたことである。この方法を適用することにより、ある荷重状態における縦横各部材の分担する荷重が同時に求められ、船体縦横両強度をとともに検討することが可能であり、立体構造としての構造の応答を正確に求めることができ、各種の問題を解明し得るようになった。

例えば油槽船のタンク長さと同縦隔壁と船側外板との相對撓みに基づく舷側タンクの剪断変形との関係が定量的に検討され、舷側タンクの剪断変形による横部材の2次的応力が無視し得ないことが確認された。また上記の剪断変形におよぼす Center girder, 制水隔壁の影響等についても検討が行なわれている。

一方、多くの油槽船の実船試験結果と上記の方法で計算された横部材に生ずる応力分布とが比較検討され、両者がかなりよく合致することが確認されている。これら応力の中で特に問題となるのは、船側縦桁と船底横桁との結合部および縦隔壁縦桁と船底横桁とが交わる三又部での集中応力があるが、これらの部分に対しては等価曲り梁理論、楔理論および有限要素法等によって計算する方法が発表されているが、特に三又部では有限要素法を適用することによって精度のよい結果が得られている。

一方、特殊構造としては、バルクキャリアーの二重底の強度に関する問題があげられるが、それに対してはホッパー部の捩れ剛性を考慮し、二重底を直交異方性板と見做した解法が示され、模型実験等によってその解法の妥当性が確認されている。さらにこの解法に基づく近似式も提案されている。

また横剛性の問題に関しては長大倉口の開閉変形が考えられるが、これに対しては倉口側甲板の面内曲げ変形を考えた計算法が提案され、各部材の剛性、倉口の大きさ等と倉口の開閉量との関係が定量的に求められている。

一方、船体を骨組構造と見做した場合の塑性設計の立場からみた研究もさかんに実施され、電子計算機の組織的な利用により複雑な崩壊荷重の計算を容易ならしめている。すなわち平面骨組構造をはじめ立体骨組構造に対しても、多数の塑性関節可能点に対し、電子計算機を利用した線型計画法を用いて崩壊荷重の計算が行なわれ、

実験値とよく合致することが示されている。さらに船体の隔壁あるいは外板等の横荷重を受ける防撓構造の崩壊荷重についても、理論的並びに実験的研究が行なわれ、最小重量設計についての検討がなされている。また構造部材の最適寸法決定に関しては、塑性崩壊以前に生ずる板あるいは骨の局部座屈の影響を考慮した新しい考え方による研究も行なわれている。

このように船体の横強度に関しては近年非常に多くの研究が実施され、大きな成果が得られているが、今後さらに検討すべき問題の一つは横部材の損傷発生の問題である。すなわち従来の実船の損傷例をみると、横部材が最も亀裂発生頻度が高いことであり、その原因並びに亀裂防止対策を早急に検討する必要がある。この問題は局部強度としての問題でもあるが、その部に作用する荷重に関しては横強度としての問題である。そのためには従来行なわれてきたような静荷重のみを対象とした研究のみでなく、2で述べられたような波浪等による動荷重に対する横部材の応答、あるいは局部振動による振動応力等についての研究をさらに行なう必要があると考えられる。なおこれらの動的応力と亀裂との関係については局部強度の節において詳述する。

5. 捩れ強度

捩れ強度に関しては船体に作用する捩りモーメントが小さく、したがってそれによる応力も低いと考えられていたため、従来は縦横両強度程には重要視されなかった。

ところが近年になってコンテナ船のように非常に多くの倉口を持つ船が建造されるようになり、あらためてこれらの船体の捩れ強度が検討され始めた。すなわち甲板に長大な倉口または多くの倉口が存在する場合には、これらの構造は捩り荷重に対して油槽船のように閉断面状の空中梁のような変形は生じることがなく、むしろ開断面状梁に近い挙動をするので、捩れ剛性および捩れ強度はともに非常に低下する。

そのためこれに関する研究が各所で行なわれており、理論および模型実験等によって捩れ変形の機構並びに、捩れ応力分布等の研究が進められている。すなわち曲げ捩りの理論を応用して横断面の変形、Warpingの影響および曲げ捩り変形に対する剪断撓みの影響等を考慮した理論式が導かれ、実験値と比較して両者がよく合致することが確認されている。さらにまた船側を二重殻構造とした場合の効果等についても研究が行なわれており、多くの成果が得られつつある。

一方、捩りモーメントによる倉口の剪断変形についても理論的に検討され、倉口の開閉変形と同様にそれに

よぼす各部材の剛性の効果が示されている。

上記のように与えられた静的振りモーメントに対する船体の応答についてはかなり解明されてきたが、残された問題は、縦波浪モーメントや波浪圧力と同様に海洋波中で船体に作用する波浪振りモーメントの長期分布の推定についての研究が今後行なわれるべきである。

6. 局部強度

6.1 応力集中

3節および4節で述べられたような方法によって、船体部材に生ずる曲げモーメント、剪断力および軸力等を求めることができる。これらのモーメントおよび力によって生ずる応力は各部材の断面形状の変化のない部分では単純梁理論等の基礎的計算法によって容易に求めることができるが、形状の不連続部では応力分布が乱れるため単純理論によっては計算することができない。なおこれらの不連続部においても円孔等の単純な形状に対しては従来から多くの研究が行なわれており、その部の弾性集中応力等は図表等によって直ちに求められるが、部材結合部等の複雑な形状を有する部分については未だ十分な資料が得られていない。

ところがこれらの複雑な形状部に対しても、最近さかんに使用されはじめた有限要素法によって応力分布を求めることが可能となり、船底横桁とロンジが貫通するスロット周辺、あるいは三部材が交又する結合部近傍の応力分布等が計算によって求められている。さらにこれらの方法を塑性領域まで拡張し、弾塑性領域での歪分布の解析方法も開発されている。

一方、多数の実船試験によりこのような不連続部の歪分布の計測が行なわれ、上記の計算法による値と比較検討され実験値と計算値がかなりよく一致することが確認されている。このように電子計算機を利用することによって船体各部の応力分布、あるいは歪分布を求めることが可能となったが、いま一つの残された重要な問題は、これらの集中応力とその部の強度との関連を究明することである。これらについては後述する。

6.2 座屈

構造部材の種々の形式の座屈に関しては、従来より非常に多くの研究が行なわれている。ところが船体構造部材のような複雑な形状のものに対しては未だ解の得られていないものが多い。ところが前項で述べられた有限要素法を適用することによって、任意の形状の板構造に対しても座屈荷重が求められるようになり、スロット部、肘板部あるいは開孔をもつウェブ等の座屈強度が検討されている。また溶接残留応力が平板の座屈強度におよぼ

す影響についても多くの研究が発表され、実験結果と比較して良好な一致が確認されており、さらに平板の弾塑性座屈に対しても有限要素法による解法が開発されている。一方、構造部材の座屈後の挙動に関しても研究が行なわれており、座屈後の強度、剛性について検討されている。

また船底外板等のように横荷重と面内荷重とを同時に受けるような板構造に対しても座屈強度が検討されており、座屈強度におよぼす横荷重の影響等が定量的に求められている。

6.3 塑性強度

水圧を受ける板の挙動に関しては従来は主として弾性範囲内のみについて検討されていたが、近年塑性域まで解析が進められており、軸力を考慮して水圧をうける薄板の塑性膜状態になるまでの挙動が明らかにされている。またこのような板が繰返し衝撃荷重を受ける場合の残留変形の増加の様相並びにその挽み変形の収斂条件等が検討されている。

また板の水面衝撃によって生じる弾塑性応答についても理論と実験によって解析が行なわれており、船底凹損解析に利用されている。

一方、桁板構造の最終強度に関する研究の一部として、桁端部の変断面部における塑性挙動を剪断の影響を考慮して解析し、崩壊荷重を求める際の塑性スパンポイントを理論的に求める方法が導かれている。

さらに種々の荷重履歴を考慮した梁の弾塑性応力および歪の解析が行なわれ興味ある結果が得られている。なお船体の衝突時の安全性を究明するため、多くの模型によって破壊試験が行なわれ、衝突後の船体構造の挙動が解析されている。

以上のように船体構造部材の弾塑性領域での挙動に関しても多くの研究が行なわれ、有益な資料が得られているが、残された問題の一つはこれらの部材は局部強度上どのような考え方で形状寸法等を定めるべきかの問題である。すなわち最終荷重を基準とすべきか、残留変形の大きさを制限すべきか、あるいは弾性設計によるべきかの問題である。

6.4 疲労強度

多くの実船の損傷例の調査結果によれば、繰返し荷重によると思われる疲労亀裂がかなりの高い頻度で発生している。このような疲労亀裂発生の原因を追求するとともに、その防止対策を検討するため近年組織的に多くの実験的研究が行なわれ、多数の資料が求められつつある。

ところがここで問題とすべき点は、これらの実験結果と船体構造物の疲労強度との関連である。すなわち船体の各部材に生ずる静応力の大きさおよび変動応力の大き

さとその発生頻度等については2節で述べられたようにかなり明確に推定し得るようになった。ところが上記の実験は主として定荷重、定変位、定応力あるいは定歪の繰返しによるものであり、不規則な荷重による実験は少ない。したがってこれらの実験結果から船体構造部材のように不規則な荷重を受ける場合の疲労強度を検討するためには、規則的な荷重を受ける場合の強度と不規則な荷重を受ける場合の強度との関連を求める必要がある。これらの関連に対しては種々の仮説があるが、未だ定説はないので現状では $\sum n_i/N_i = 1$ になると疲労亀裂が発生すると仮定する Miner の法則を基にして検討が行なわれている。ただし N_i は σ_i という繰返し応力に対する疲労亀裂発生までの繰返し数であり、 n_i は σ_i なる変動応力が実際に発生する回数である。したがってこのような累積被害に関する信頼性の高い法律を追求する必要がある。

もう1つの重要な問題は前述した4種の荷重の与え方による各強度間の関係である。すなわち応力が弾性範囲内にあるような低応力の実験では、定荷重、定変位、定応力および定歪のいずれを与えても材料の亀裂発生に対する応答はほぼ同じである。ところが塑性領域での繰返し荷重では上記の4種の荷重に対する応答はそれぞれ相異なることになるが、それらの間の関係は未だ明確にされていない。

さらに問題となるのは試験片と実物との間の寸法効果であり、これは主として亀裂伝播速度と板巾との関係によるものではあるが、これについてもなお研究する余地がある。この他にも残された多くの問題があり、例えば幾何学的歪集中係数と疲労強度上の切欠係数との関係、工作誤差あるいは溶接欠陥が疲労強度におよぼす影響等今後究明すべき問題が多い。

7. 振動

船体の大型化に伴ない最近重要視され始めた振動に関する問題の1つは、船尾船橋の前後振動である。この問題に関しては各所でそれぞれ研究が実施され、成果をあげつつあるが、これに対する問題点は船橋と主構造とを結合する部分の剛性の評価である。すなわち船橋を支持する甲板下の隔壁、支注、梁および桁等により成る構造の鉛直方向の剛性の大きさによって船橋の固有振動数が支配されるので、これらの剛性の評価の精度が問題となる。これに関しては理論および実船実験等により研究が進められており、近い将来に有効な推定法が得られるものと思われる。

もう1つの問題は巨大油槽船の横断面の変形による振

動である。すなわち船側外板と縦隔壁とが相対的に上下方向に変化するような振動形を持つ場合であり、これに対しては、それぞれ船側外板および縦隔壁を横隔壁および梁等によって弾性的に結合された梁と見做して解析が行なわれている。

さらに最近問題とされているのは船体の縦振動であり、これは船体を梁と見做したとき船の長さ方向の伸縮による振動である。これについては従来は、その振動数が高くて、通常の船体では主機やプロペラの起振力に同調しないと考えられてきた。ところが実船の縦振動数はそれほど高くなく、1節の縦振動数は上下2節振動数の3~4倍であることが指摘されて以来、この問題がとり上げられるようになり、その振動数の計算式等が導かれている。

もう1つの新しい問題はバルブを有する船の振動であり、バルブが水面を出入りする場合に生じる圧力変化に基づくもので、これについても最近研究が行なわれ始めている。

また5節で述べられたように、甲板に多数の倉口を持つコンテナ船のような船体では、その振れ剛性が非常に小さくなる可能性がある。そのためこのような構造を持つ船体の振れ振動の研究が盛んに行なわれるようになり、曲げ振れ理論を拡張して、理論的解析を行なうとともに模型実験および実船試験等によって振れ振動と水平振動との連成およびそれに対する附加水質量の研究が行なわれている。

一方、起振力の問題としてはプロペラの起振力の問題が以前から研究されており、定性的にはかなり解明されているが、なお不明の点が多く、今後さらに継続して行なわなければならない問題である。

また附加水質量に関しては従来から多くの研究が行なわれているが、高次振動に対しては未だ十分とは言えず、解明すべき問題が残されている。

8. 結言

以上最近における船体強度および振動についてその展望および問題点について述べた。ところが紙面の都合上、記述がはなはだ抽象的であり、具体的な研究成果等についてはほとんどふれなかったが、最近の研究状況の傾向、将来究明すべき問題の性質等については大体述べた積りである。電子計算機の使用によりこの分野の研究が急速に進歩し、外力に対する船体の弾塑性的な応答に関してはほとんどの問題が解決されつつある。

今後これらの研究成果を十分応用して、船体構造の最適設計を行ない、構造の合理化を進めるべきである。

造船工作法および造船溶接の進歩

大阪大学教授

大 谷 碧

はしがき

広く知られているように、日本造船業はその商船建造量において昭和31年以来連続して世界の首位を占め、とくに昭和37年頃からは2位を断然引き離して独走体勢を保ちつつある。第2次大戦後の数年間をかえり見ると、昭和24年まではGHQが航洋船の建造を許可せず、どの造船所も細々と小型船を建造して露命をつないだものであった。当時の惨憺たる世情を知る造船関係者にとって現在のわが造船界の隆盛は、真に瞠目の思いがするとともに、まったく肩身が広く感ぜられるのである。

数年前来日したイギリス造船視察団が帰国後公表したごとく、“日本の造船業の驚くべき成長は、誤り伝えられた労働者の低賃金によるものではなく、生産設備の近代化と勤勉な労働に支えられたところの、きわめて高い生産性にもとづいたものである”ことは、すでに世界の定説となっている¹⁾。もちろんこの他に、世界海運事情の変化に対する適確な見透しと処置、船舶設計全般に関する積極的な合理化とその基礎となる諸研究の推進が、ともに大きな寄与を果たしてきたが、船体建造技術の進歩と発展が今日の繁栄を築く有力な柱の1本であったことは疑う余地がない。

本誌「船の科学」の創刊20周年を記念する特別号において、この間にわれわれの歩んできた造船工作法の進歩を振り返って展望することは、筆者としても感慨の深いものがある。

1. 造船工作法の進歩

(1) ブロック建造法

わが国の商船建造においてブロック建造法が本格的にかつ広く採用されはじめたのは、昭和25~28年頃の間、諸先輩が多額の経済的困難を克服して、造船所の旧式設備を近代化し全溶接船の建造を試みた当時のようである。戦前旧海軍の一部艦艇に、アーク溶接が大幅に試された際にもブロック建造法の有力な萌芽はあったし、また戦時中の商船(標準船)急速建造、とくに改E船の全溶接建造²⁾には、現在用いられているものと同質のブロック建造法が採用された。しかし当時は溶接用材料の性能、すなわち鋼材の溶接性と溶接棒の品質および作業性が不十分で、溶接そのものに信頼感が欠けていたから、アーク

溶接のみならず各種の自動溶接をも縦横に駆使した近代的ブロック建造法は、やはり約20年前からスタートしたと考えるべきであろう。

もっともこのブロック建造法は溶接船のみに適用されるものではなく、鉸接船に適用することもできる。過去においては第1次大戦中の大正6年から7年にかけて、川崎造船所で数十隻のストックポート(9,000DWT型)を急造した際に、鉸接ブロック建造法を適用し船台期間を約1ヵ月に短縮することに成功した例³⁾が著明である。しかし鉸接船はなにもブロック建造せずとも、船台上で部材を1つずつ鉸接することにより作ることができるが、溶接船においてはブロック建造法以外の方法をとることは不可能である。それは溶接では、ship wrightに致命的な悪影響を与えるほどの量の溶接変形(収縮と角変化)が発生する宿命があるからである。

このようにブロック建造法の採用は不可避的なものではあるが、その結果、(a)作業を地上で広く展開できるので、能率を増進し建造期間を短縮できる、(b)好ましい溶接姿勢(下向き)で地上溶接できる範囲が多いから、溶接の信頼性が向上する、(c)サブマージーク法などの高速溶接が活用できる、(d)作業環境の向上にもとづく諸効果が大きい、などの大きな利益が付随する。一方、ブロック建造を実施するには、(a)かなりの工作精度を保たねばならない、(b)綿密な工程計画が必要である、(c)地上組立場(定盤や溶接工場)と大クレーンの設置を要する、などの問題点もあるが、もはやブロック建造法なしに現在および将来の造船工作法を考えることはできない。

かかるブロック建造法を前提とし、これをますます効果的に運用するために、工程管理・作業方式・品質管理・作業の自動化とNC化・IE VA ORの導入などにおいて、数多くの新技術の開発と展開が行なわれた。

(2) 工程管理

鉸接船時代の生産管理は番船別・構造別管理であって、内業加工された部材は番船ごとに構造別に山積みされ、その中から取付けの組長が必要部材を選び出して船台へ運んだものである。管理組織も職能別職場組織で、取付けの係員や組長が中心となり各職への連絡をつけて工程を進捗させた。

溶接の全面的採用とこれに伴うブロック建造法の適用とは、建造工程の細分化と合理化とを促進し、旧来の職

能別管理組織は建造工程の各ステージ（野書から搭載まで）を編成基準とする組織，すなわち工程別管理組織（stage control system）へと改編された。新管理組織をいち早く確立して，この方面の先駆者となったのは旧NBC呉造船所であろう⁴⁾。各ステージ間の連絡を調整するため節点管理制度が導入され，また標準日程や最適advance量および管理ロット（lot）の単位などが検討された。さらにブロック建造方式では，ブロックを大組立するための定盤能力が建造線表を決定する最重要因子であることが知られて，ton/100 m²-dayを単位としてあらわすところの定盤回転率の概念が提案され，いわゆる定盤計画の必要性が強調された。

第1表⁵⁾は現在わが国の造船所でとられている作業組織に関する，鋼船工作法委員会（日本造船学会）でのアンケート結果である。番船別建造線表の完遂が造船工作部に課せられた至上命令なので，作業組織の一部に番船別計画の跡が残っているのは止むを得ないであろうが，その主力はstage controlであることが明らかにうかがわれる。

第1表 造船所の作業組織（国内21社）⁵⁾

1	人事組織	
	工程別組織	11社 (52%)
	準工程別組織	8社 (38%)
	職能別組織	2社 (10%)
	計	21社(100%)
2	調整機能	
	工程別調整	10社 (48%)
	番船別調整	11社 (52%)
	計	21社(100%)
3	長期負荷計画	
	特定ステージの全船にて計画	9社 (43%)
	番船別に計画	12社 (57%)
	計	21社(100%)
4	進捗管理	
	流動数管理	1社 (5%)
	工程別管理	9社 (43%)
	個別製品管理	11社 (52%)
	計	21社(100%)
5	総合	
	流れ作業組織	1社 (5%)
	工程別作業組織	7社 (33%)
	準工程別作業組織	11社 (52%)
	職能別作業組織	2社 (10%)
	計	21社(100%)

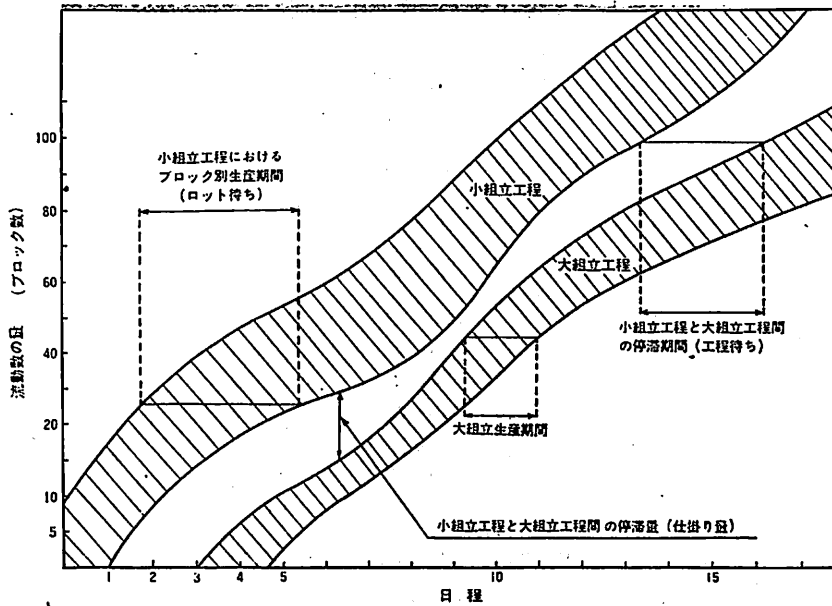
(注) 人事組織，長期負荷計画，進捗管理の3要素で判定。

工程管理に関連して最近問題となっているのは，船舶建造に流れ作業方式を導入することであろう。先進工業の分野で証明済みのように，流れ方式は組立作業を合理化するのにきわめて有効な手法であるが，多種少量生産を宿命とし，かつ部品重量と寸法が抜群に大きい造船業では，その適用に多大の困難を伴うのは止むを得ない。

しかしながら船体建造の流れ作業化は，造船技術者が画く夢でもある。すでに約10年前に旧播磨造船所（相生工場）では，内業の鋼材搬入とガス切断工程にコンベヤを設けて，流れ作業導入に先鞭をつけた⁶⁾。その後これにならって内業工場にコンベヤを導入する工場が多くあられ，一部では大組立工程にこれを利用することも試みられた。最近新しく設立された巨大船専用工場では，いずれも各種のコンベヤが大々的に設置され，その効果的な運用方法が検討された⁷⁾。

しかしながら造船におけるコンベヤの導入は，厳密に言えば形式的な流れ作業化に止まっていると極論できないこともない。というのはコンベヤ上の造船作業と，他の典型的な流れ作業たとえば自動車工業のそれとを比較すると，作業の流れ密度に本質的ともいえる精粗の差が存在するからである。この差は自動車工業では作業単位が一般に数分のオーダーであるのに，造船では仕事の性質上作業単位が数十分ないし数時間の長きにわたるため生ずるのである。したがってつぎの問題は，造船作業にもっとも適した実質的な流れ作業方式とは何かということになる。かかる疑問に答える1つの提案として，現工程をいったんバラバラに分解して再検討した上で，タクト方式をも要所に導入し，かつ作業単位をなるべく小さく細分化して，同種の作業が繰り返し行なわれるごとく工程系列を再編成すること，そして全工程に共通な幾つかの代表的な流動数（measure）について，各工程を流れる速さの測定とネック工程を監視することによって，全作業を一元的に管理しようとする方法⁸⁾がある。かかる管理方式は，造船作業を実質的な流れ作業に一步近付けるものであろう。なおその実施には，合理的な品質管理を徹底的に行なって，部材ならびにブロック精度を現状より一段と向上させ不確定要素をなるべく排除することが絶対必要である⁹⁾という。これらの諸点を解決した上で，すでに少数の造船所では，第1表に示すごとく流動数管理の実施に踏み切っている。第1図⁸⁾はmeasureとしてブロック数をとった場合の，流動数管理図の1例を示す。

流動数管理による流れ作業の思想は近い将来に工程管理のすべてをコンピューター化せんとする野望を秘めていることは明らかである。周知のごとくコンピューターを利用した管理技術は，(a)データの分類保管（sorting）(b)負荷の山積み（loading）(c)負荷の平準化（smoothing）(d)工程の即時処理（on line）の4段階となるが，すでに各造船所で広く実施されている(a)，(b)の初期段階のみならず，(c)さらには(d)にまで進むのが将来の管理技術の姿なのであろう。



第1図 流動数管理図の一例⁹⁾

第2表 品質管理の変遷¹⁰⁾

項目 年	工程管理		品質管理			備考	
	生産方式	管理密度	基本の方針	実施要領	検出数	溶接技術の内容 専用化率 自動化率	
S37年以前	個別受注生産方式	大予定(線表)に基づく程度	ブロック組立精度の検査ならびに報告	寸法計測および検査報告書の作成	全数	0%	0%
S37年～S38年	個別受注生産方式	長期定盤計画(6ヵ月)に基づく程度	ブロック組立精度の統制(個体の品質を)(直接統制)	大組立ブロックに対する精度基準の適用 【例】大組立基準線の直線精度, トランスの取付角度, 歪, ネジレ量, ブロックの幅, 長さ	全数	0~35%	0~10%
S39年～S40年	個別受注生産方式 (大量生産方式の考え方の導入 流れ作業システムへの移行)	旬間予定に基づく小日程管理	部材製作精度の統制 (集団の品質を)(統計的に統制)	内業工場における部材(スキンプレートを含む)の精度管理システムの確立 【例】X-R管理図の採用によりスキンプレートの幅, 長さ, トランスの直角度直線性, ブラケットの角度, ロンジの直線性あるいは曲形状の精度管理	抜き取り	35~45%	10~15%
S41年前半	流れ作業システム (船体平行部の組立工程)	流動数管理と分単位管理の併用	部材製作精度ならびに組立方法の統制 (船体平行部)	小組立(部材精度の安定と組立作業の標準化による流れ作業工程編成に基づく精度の向上) 大組立(枠組工法の全面的採用。作業具の工程別専門化。治具工員の専門化。板耳伸しの廃止。)	抜き取り	45~65%	15~20%
S41年後半	流れ作業システム (船体非平行部の組立工程)	流動数管理と分単位管理の広範囲な展開	同上 (非平行部を含む全般)	船台工事: ブロック定め方精度基準の適用 【例】現場合せ板耳伸しの廃止。ブロック定め方方法の統制	抜き取り	65~80%	20~28%
将来	流れ作業システム 立体ブロック組立および船台工程 (上記を除くすべての工程の併用)	分単位管理	同上	組立定盤における専用機械の設置および治具工具の専用化による精度向上。生産技術的的努力による流れ作業に適した船体構造の開発による精度向上 (部材の標準化など労働力の機械化)	抜き取り	80~100%	28~30%

第3表 世界の巨大船建造船所レイアウト要目¹³⁾

造船所名	国籍	巨大ドックまたは船台建設年	ドックまたは船台寸法 L×B (m)	搭載用主要クレーン容量 (種類)×台数 (ton)	レイアウト	
					工場ドック船台の配置型	鋼材置場から搭載までの部材の移動距離 (m)
① 国内新工場 (A)	日本	S. 42	380×62	120 (J) ×1 200 (G) ×2	直線型	750
② 同上 (B)	〃	S. 40	400×54	200 (G) ×2 200 (J) ×1	L 型	670
③ 同上 (C)	〃	S. 40	350×56	300 (G) ×2 80 (J) ×3	L 型	910
④ 同上 (D)	〃	S. 39	330×52	80 (J) ×3	直線型	650
⑤ KIELER HOWALDTS WERKE	西独	S. 39~41	310×? 285×?	300 (G) ×1 300 (G) ×1		
⑥ A. G. WESER	〃	S. 39	240×44	60 (J) ×2 500 (G) ×1		
⑦ ARENDAL	スウェーデン	S. 38	335×46 335×46	100 (J) ×2 150 (OH) ×2	直線型	950
⑧ JOHN BROWN	英国	計画中	396×58	200 (J) ×?	L 型	
⑨ GDYNIA	ポーランド	S. 36	240×42.5	500 (G) ×1	直線型	870
⑩ B & W	デンマーク	S. 36	300×50	300 (G) ×2 120 (G) ×2	直線型	1,010
⑪ VEROLME	オランダ	S. 36	270×40	160		
⑫ ODENSE LJND φ	デンマーク	S. 36	305×45.7 305×45.7	50 (J) ×2 50 (J) ×2	直線型	620
⑬ ATLANTIQUE	フランス	S. 36	325×46 325×48	250 (H) ×1 100 (H) ×1	L 型	

- (注) (1) G. A. 方式：グラントアセンブリの採用
 (2) M. A. 強化主義：MARSHALLING AREA (部材整理場) 強化主義
 (3) (J)：ジブクレーン, (G)：ガントリークレーン
 (OH)：オーバーヘッドクレーン, (H)：ハンマーヘッドクレーン

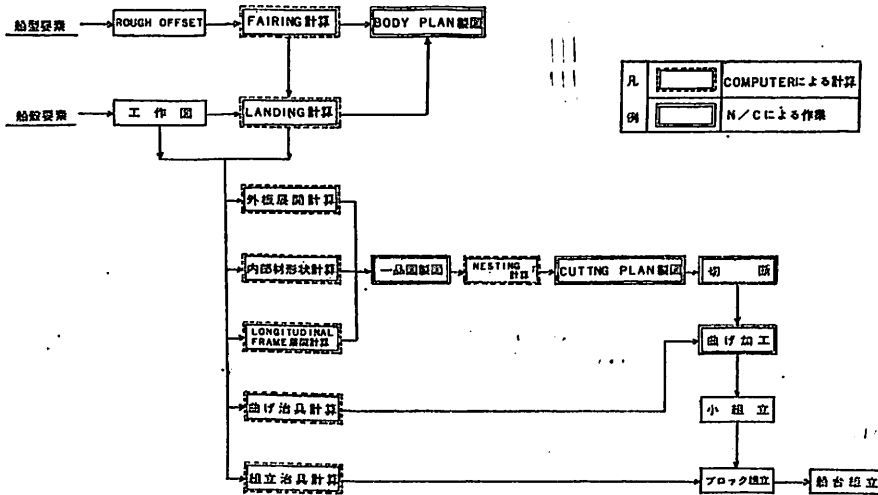
生産管理のコンピューター化とともに、IE(industrial engineering) や VE (value analysis) あるいは OR (operations research) の知識も広くとり入れられて、標準作業時間の設定や作業改善の推進に効果を発揮し、

造船所における作業管理の合理化に寄与しつつあることを見逃してはならない。

(2) 品質管理

品質管理 (quality control, QC) の技法は、昭和20年代の後半に造船界に導入された。そして部材あるいは組立てたブロックなどを対象とした寸法精度および許容変形範囲などの定量化が進められた。また当時のQCは、誤作防止対策としての色彩をも多分に持つものであった⁹⁾。

かかる全数検査的QCから一步前進して、統計的品質管理の手法がさらにとり入れられるに及んで、部材およびブロックの精度はいちじるしく向上した。この手法を合理的に実施し、かつ溶接施工を統制することにより、平行部外板ブロックのバツ



第2図 造船における機械化と数値化の例¹⁴⁾

marking) の発明は、内業野書の分野で新機軸をもたらしした。

また各種の自動ガス切断 (Monopol や Sicomat, フレームプレーナーおよび小型半自動切断機) などは、切断能率と部材精度の画期的な進歩の原因となった。なお野書作業の自動化と部材自動ガス切断の実現には、縮尺現図の技術が基礎となったことを忘れてはならない。また後述する溶接自動化の分野では、さらにはなばなしい成果が収められている。

近来とくに注目を集めつつあるのはコンピューターの活用による作業の数値制御化 (numerical control, NC) であろう。わが国においては昭和35年頃より、一部の造船所で現図および展開作業のNC化が着手された¹¹⁾。これら作業のNC化により原図工数の減少と作業時間の短縮がはかられることはもちろんであるが、その効果ももっともいちじるしいのは精度の向上である。船体線図の数値表示から内業加工の数値制御までの一連の作業をNC化するため、造船固有の図形を処理するソフト・ウェアの開発が進み、すでに HIZAC (日立造船)¹²⁾ や KFA PF (川崎重工)¹³⁾ などの独自のプログラムが完成している。第2図¹⁴⁾ に造船作業におけるNC化の現状の1例を示す。

(5) 新技術と新建造方式

以上に述べた一般造船技術の進歩とともに、多くの新しい建造技術が開発されて、造船工作法の進歩に寄与した。

わが国で開発された新建造技術のうち主要なもののみを挙げても、測地線展開法¹⁶⁾、大型船舶のボール進水¹⁷⁾ 曲り外板の線状加熱法¹⁸⁾、多点建造工法の確立¹⁹⁾、船尾横移動による建造方式²⁰⁾ などの多くを数える。最後の2者は、pre-erection 方式や grand assembling 方式などの発想の基礎となった。また2次元ならびに3次元増トン方式の開発²¹⁾ も、特筆に値するであろう。

これら新造船技術の成果の多くは、最近新設された巨大船建造用造船所にとり入れられた。表3第15) はわが国で現在稼働している新しい4造船所を中心として、世界主要造船所の要目をとりまとめたものである。巨大船の建造方式に関する各造船所の philosophy を、本表を通じてかなり窺い知ることができるであろう。

(6) その他

船殻作業と関連の深い艦装工事においても、多くの進歩改善が行なわれた。艦装工事は船体の進水後に艦装岸壁で開始されるのが従来の方法であったが、工期短縮の強い要請から先行艦装ないし背空艦装の手法がまずとり上げられ、船台上において艦装工事が進められるように

の 特 徴			
搭載方式 (最大ブロック重量)	搭載方向	将来の工場 拡張に對する 難易度	そ の 他
G. A. 方式 (400t)	側面	容 易	M. A. 強化主義
小ブロック方式 (200t)	側面	やや困難	
G. A. 方式 (600t)	正面	やや困難	大組立工場 コンベア方式
小ブロック方式 (80t)	側面	容 易	
G. A. 方式 (300t)	側面	困 難	
G. A. 方式 (500t)	正面	困 難	
ベースチューブ方式		容 易	M. A. 強化主義
	正面		
G. A. 方式 (500t)	正面	やや困難	M. A. 強化主義
G. A. 方式 (600t)	正面	やや困難	M. A. 強化主義
小ブロック方式 (50t)	正面	容 易	
ジャン・パール・ドック 方式		困 難	

ト継手を全部内業で仕上げ、いわゆる assemble 仕上げと erection 仕上げの板耳伸しを全部廃止することに成功した例⁹⁾もある。また前述したごとく統計的QCの合理的遂行は、流動数管理による流れ作業方式の採用に不可欠の条件となった⁹⁾。

第2表¹⁰⁾はわが国の造船所における、品質管理思想の変遷の1例を示すものである。なお後述するとき、溶接技術の発達もまた、部材(またはブロック)精度の向上を必要とするものであって、その面からもQC活動の強化が強く要望される。第2表中にはこの間の事情が、て併せ示唆されている。

なお造船におけるQCの重要性は近年ますます注目を集めており、そのため最近鋼船工作法委員会では、日本造船精度標準 (J S Q S 船殻篇) を制定して反響を呼んだ。近くその艦装篇も制定される予定である。

(4) 造船作業の自動化と数値化

造船作業の自動化もまた、造船界の重大課題の1つである。

造船近代化の初期に輸入された photo-marking の技術、さらにこれを進歩させた EPM (electronic photo-

なった。ついでブロック大組立時に艤装を先行させるブロック艤装方式が、広く採用されるにいたった。かかる艤装方式の採用を可能ならしめるためには、工程管理の強化と合理化が必須の条件となったことはいうまでもない。さらに、作業能率の向上と工数低減を図るために、船内の各区分ごとに各職種が1命令系統下で統一的作業を行なうところの、区分艤装方式が開発された。その際には、多能工化の方法が併用されて効果を挙げた。また区分艤装品の計画と入手および運搬を一括管理する、パレット管理の技法が開発された。あらかじめ地上で関連した諸艤装品を適当な大きさに組立てておいてから、船内に搭載するユニット艤装方式も考案された。このように艤装工作法の分野における変革もいちじるしい。

2. 造船溶接の進歩

(1) 一般

わが国造船所設備の第1次近代化は、前述のとおりほぼ昭和25年頃から28年頃までの間に、ブロック建造法にもとづいた全溶接船の建造を目標としてなすとげられたのであるが、溶接工作法の技術的検討は終戦後直後に始められた。当時は食糧事情も交通事情も今から考えると想像もできないほど困難をきわめていたが、その中を諸先輩は食糧（および貴重な spirits 類）をつめたリュックサックを背負って集合し委員会を開き、溶接船の建造

法を討論した。そのグループのリーダーが、故 福田烈海軍技術中将と、吉識雅夫東大名誉教授の両先輩であった。すでにアメリカでは、大戦中の全溶接船急速建造の教訓を生かして、ABSでは溶接商船の supervision²²⁾を、また米海軍でも駆逐艦の溶接施工法²³⁾を作っていたので、この2者が議論のスタートとして有益であったと伝えられる。かかる諸先輩の努力にその後の経験が加味されて、わが国独自の造船溶接工作法が確立されていた。現在では、溶接工作基準の厳格さをやや緩和し得るのではないかと考えられる2, 3の問題点²⁴⁾は残されているが、施工基準はほぼ完成の域に達したと言つてよい。

造船溶接の施工法を検討するに当たって、溶接変形と残留応力の発生機構ならびに溶接部の拘束度とその影響などに関する、多くの基礎的研究と応用研究とが精力的に行なわれたことが特筆されねばならない²⁵⁾。この分野における諸研究の量と質とは、世界の溶接界で比を見ることができないほど勝れている。われわれの造船溶接は、そのような努力の上に築かれたものであることを銘記すべきである。

自動溶接の王者ともいうべきサブマージアーク溶接法は、すでに戦時中三菱長崎造船所で故佐々木新太郎氏が研究に着手し、また旧海軍でも実験が行なわれたが結局実用化されず、昭和25年頃 Linde 社からその技術が輸

第4表 サブマージアーク溶接の高速化²⁶⁾

溶接方法	施工法の概要	溶接ヘッドの追加部品	ヘッドの概算追加重量	溶接施工に際して追加されるべき必要な作業要素
多電極法	ふつうの自動溶接においては電極は1本であるが、多電極法では通常2本以上の電極がもちいられる。電極の設置方法によりタンデム式と横並列式にわけられるが、造船所では前者がもちいられる。溶着速度は単電極の場合の2倍程度まで向上させることが可能である。	(1)ワイヤリール心線 (2)送給モーターの出力の増大または別に送給モーターを装備する	40kg (心線含む)	(1)心線の装填 (2)溶接機重量の増加にともない移動する際の作業者に対する負担の増大
フィラメタル法(1). (KK-F法) (FN法)	この方法は自動溶接機にふつうの心線(電極)の他に通電しない心線をもちい、アーク発生部にこの心線を送給してこのアーク熱によりふつうの心線とともに溶融せしめていく方法である。なお、通電しない溶加心線には Solid wire 型(KK-F法)複合心線型(FN法)とあるが、複合心線をもちいた場合は冶金的效果によって溶着金属の性能の向上を期待できる。	(1)ワイヤリールおよび心線。 (2)溶加心線送給治具。	25kg (溶加心線含む)	(1)溶加心線の装填 (2)溶接機重量の増加にともない移動する際の作業者に対する負担の増大
フィラメタル法(2). (KIS法)	開先内に三角形状あるいは他の断面形状の金属片を充填して、自動溶接を施工。この際発生する余剰アークエネルギーをもってこの充填金属片を溶融して、溶接速度を向上せしめ、あわせて開先間の心線の溶着を防止することを目的とした。	なし	0 kg	(1)溶接前における金属片(KIS)を開先内にとりつける作業 (2)開先内に仮付けする場合は金属片を設置することを考慮する必要がある
フィラメタル法(3). (cut wire法)	この方法は開先内に1mm程度にこまかく切断した細径の cut wire を充填して、自動溶接を施工する方法でアークエネルギーを有効に利用して、溶接速度の向上を図る点は KIS 法と同じであるが、取扱いが比較的簡単なことがこの方法の利点といえよう。	A なし(ホッパーをとりつけない場合) B cut wire 用ホッパー	0 kg 8 kg(ホッパー内 cut wire 含む)	溶接前に開先内に cut wire を撒布充填する cut wire 用ホッパーへの cut wire の補給
IR法 (KK-X法)	自動溶接心線の通電部分の extension を長くして、抵抗を増加せしめ、これによって溶接時に心線をあらかじめ予熱して溶着速度を向上せしめる。	KK-X用 extension 治具	4 kg (ヘッド治具を含む)	アーク電圧の監視と調節

第5表 各種の片面自動溶接法²⁷⁾

パッキング法による分類 比較項目	銅パッキング法	フラックスパッキング法	フラックス銅パッキング法	ノーパッキング法
パッキングの基本構成 (溶接法および標準開発)				
裏ビードの形成	銅当て板溝への溶融銅の絡込み	パッキングフラックスの押上力、溶融銅および溶融フラックスの表面張力と溶融銅のバランス	銅パッキング法、フラックスパッキング法の折衷型	溶接頭、溶融フラックスの表面張力と溶融銅のバランス
初期設備費	大	比較的大	比較的大	小
工作上的利点	<ul style="list-style-type: none"> ①溶接条件を板厚に応じて自由に選べるため超厚板の1run溶接が可能 ②直線性を除く継手精度が比較的ラフでよい ③準備作業、後作業が簡単である ④戻付け溶接の影響がない 	<ul style="list-style-type: none"> ①継手線のずれに対する余裕が大である ②裏面のくい違いに対する適応性が大である ③比較的厚板を1run溶接できる。(2極でt=27mm程度まで) 	<ul style="list-style-type: none"> ①継手線のずれに対する余裕が大 ②裏面のくい違いに対する適応性が比較的大である ③比較的厚板を1run溶接できる(2極でt=34mm程度まで) ④溶接条件が比較的自由に選べる ⑤継手精度が比較的ラフでよい ⑥戻付け溶接の影響がない 	<ul style="list-style-type: none"> ①パッキング装置を使用するための種々の工作上、材料および装置管理上のわずらわしさから自由である
工作上的欠点	<ul style="list-style-type: none"> ①裏面のくい違いに応じて別々の銅当て板を準備せねばならない ②継手線と銅当て板溝との厳密な一致が要求される ③部分的な継手のくい違いに弱い 	<ul style="list-style-type: none"> ①フラックスの充填、回収作業を必要とし、とくに回収作業が繁雑である 	<ul style="list-style-type: none"> ①フラックスの散布、回収作業を必要とする 	<ul style="list-style-type: none"> ①高い継手精度を必要とする ②溶接操作に、より慎重さを必要とする ③より多層溶接を行なわねばならない ④ザーピンをとらない裏面のくい違いに対する適応性が小さい ⑤戻付け量を規制しなければならぬ
裏ビード形成の安定性	<ul style="list-style-type: none"> ①比較的安定 ②割裂りが発生し易い 	<ul style="list-style-type: none"> ①比較的安定 ②ビードの高さが揃いにくい 	<ul style="list-style-type: none"> ①比較的安定 ②ビード割が揃いにくい 	<ul style="list-style-type: none"> ①やや不安定 ②溶落ちを生じ易い
類似方式	<ul style="list-style-type: none"> ①CO₂溶接法による銅板移動式銅パッキング法 ②銅当て板移動式銅パッキング法 	④固定型フラックス法		③TIG溶接法

入されるにおよび、造船所で広く採用されはじめた。その実用に当たっての難点は、鋼材のサルファーバンドによるサルファークラックの発生と、厳密なグループ精度の確保とであったが、関係技術者の努力によりいずれも解決し、全面的採用への途が開けた。今日ではサブマージアーク溶接法なしに、造船溶接を語ることは不可能である。

手アーク溶接棒の発達もまた、造船溶接の隆昌を支える有力な柱の1本であることを、忘れてはなるまい。わが国の構造鋼用アーク溶接棒(高張力鋼用を含む)の水準は、世界のトップレベルにあると筆者は信じている。その向上は戦後わずか10余年の間に達成されたものであって、棒メーカー各位の努力はなみなみならぬものであったろう。アーク溶接棒の主力であるイルミナイト系は他面に類を見ないわが国独自の創作品であり、また後述するとき高性能専用棒の発達も、その功績の大部分は

棒メーカー技術者に帰すべき筋のものであろう。

さらに造船に対する製鉄業界の協力も、特筆されねばならない。船用軟鋼板の溶接性と切欠靱性の改善を手際よく処理した手腕や、各種の溶接構造物用高張力鋼をつぎつぎと開発した実力は、これまた世界のトップレベルにある重工業としての声価を高めるものであった。構造物用高張力鋼は今日ではむしろ造船以外の分野で広範囲に実用されているが、それらの開発に造船技術者が率先して関与した業績は誇示すに足るといえるであろう。

(2) 溶接の高速化と自動化

全溶接船の建造を目標として昭和20年代の後半にスタートしたわが国造船所の第1次近代化の結果、昭和35年頃までには一応の造船溶接施工標準、すなわちアーク溶接棒には万能型のイルミナイト型溶接棒を主用し、また自動溶接にはオーソドックスなサブマージアーク溶接法を用いる方法が完成した。しかし造船技術者はかかる小

第6表 造船溶接の自動化と半自動化²⁸⁾

溶接法	区 分	工 程	部 材 対 象	実施中の造船所 (昭和41年10月末現在)	
サブマージアーク法	両面溶接	一般法	地上	平板、板つぎ全般	全(26)造船所
		混用法(1) (手または半自動溶接)	・	曲がり外板	B, C, N, O, P, Q, U, Z
		混用法(2) (手溶接)	船台	底部外板, 上甲板 二重底頂板, その他	全(26)造船所
	片面溶接	装置式バックキ ング法	地上	平板の板つぎ (とくに平行部分を) 主とする	A, C, D, I, N, O, Q, R, S, T, X, Y, Z
		貼付式バックキ ング法(1)	・	曲がり外板	調査時点ではゼロであった が, 昭和42年8月現在では N, O, Zほかごく少数の造 船所で行なわれている。
		・ (2)	船台	底部外板, 上甲板, 二重底頂板, ボット ムロンジ, サイドロ ンジ, その他	G, N, T, W, X, Z
エレクトロスラグ法	全自動法	船台	側外板, 縦隔壁 (とくに平行部分に) かきる	C, D, E, F, N, O, Q, R, S, S', W, X, Y, Z	
	半自動法	・	曲がり部分の側外板 センターガーダ, 立 向すみは	調査時点ではゼロであった が, 昭和42年8月現在では Nほかごく少数の造船所 で行なわれている。	
	消耗ノズル法	地上	センターガーダ (面材)	B, C, E, I, N, O, Q, S, X, Z	
		船台	ボットムロンジ, デ ッキロンジ		
CO ₂ オープンアーク法	短小または大傾 斜継手	地上	曲がり外板	B, C, N, O, Q, T, X, Y	
		船台	底部外板(横線継手)	Nほか少数の造船所	
	片面溶接におけ る補助的手段	地上	曲がり外板	N, O, Z (ただし昭和42年 8月現在)	
		船台	貼付式バックキ ング法 (2)に準ずる	N, T	
	すみ肉溶接	地上	すみ肉継手一般 (とくに立向を主と) する	一時非常に低調であつた が, 最近作業性良好なヘッ ドが開発されてきており, Dほか少数の造船所で行な われたした。	
船台					

成に甘んずることなく、造船溶接の革新を目ざしてさらに前進する。

彼らの目標の1つは、サブマージアーク溶接法の高速度化であった。第4表²⁸⁾は高速度化の種々な方法であるが、多電極法を除きいずれも日本で開発されたものである。現在の造船溶接界では、多電極法とI²R法の併用がもっとも広く用いられているようである。

また最近第5表²⁷⁾³²⁾に示す各種の片面自動溶接法が日本で開発されたが、これは造船溶接の分野において、もっとも輝かしい業績の1つであるといえる。片面自動溶接により大ブロック反転の手数が省けるので、これに第4表の手法を併用すると、溶接能率は画期的に向上する。また新工場の建設に当たり、工場設備費を節約することができる。世界中の造船界が本法の開発に努力した

が、結局実用に成功したのはわが造船所のみであった。諸方法のうちでは現在のところ、フラックス銅バックキング法(FCB法)とフラックスバックキング法が、もっとも広く用いられている。

従来手アーク溶接されていた箇所も自動溶接化することもまた、能率増進に資するところが大きい。第6表²⁸⁾はここ数年間における、サブマージアーク適用範囲の拡大を示すものであって、下向溶接できる船台上的ブロック継手や、曲り外板ブロックの組立溶接などに広く実用されたことが分る。また船台上ブロックの横向水平溶接も、サブマージアーク溶接化されつつある。

ソ連で発明されたエレクトロスラグ溶接、ないしこれに続いてベルギーで開発されたエレクトロガス溶接も、同じく第6表²⁸⁾中に併せ示すごとく、船台上で立向ブロック継手を溶接するためにとり入れられた³²⁾。またそれを簡易化してタンカーのロンジなどのブロック継手溶接に適するごとく改良した消耗ノズル方式エレクトロスラグ法がわが国で開発され、造船溶接の自動化に貢献した³²⁾。

CO₂アーク法や、心線中に脱酸剤のみならず脱窒剤をも含有させてノーガスで溶接するオープンアーク法も、第6表²⁸⁾中に記すごとくかなり広く用いられるにいたった。この両者は半自動溶接の形で適用されることがむしろ多いが、曲り外

板の溶接や、サブマージアーク溶接の補助手段として、独自の威力を発揮するようである。

(3) 溶接の専用化

溶接の自動化と高速度化への努力とならんで、造船溶接の近代化に貢献したのはアーク溶接棒の専用化である。船体建造溶接化の初期においては、主力アーク溶接棒としてはわが国特産の万能型溶接棒であるイルミナイト系溶接棒のみが用いられていた。

アーク溶接棒専用化への途をまず開いたのは、ワンパス・フィレット溶接棒であろう。ブロック組立作業に際しては水平すみ肉溶接の占める量はきわめて大きく、したがって本溶接棒を簡易自動溶接法のグラビティ法およびスプリング法と組み合わせる用いる着眼は秀逸なものと称讃されるべきである。本法に使用される溶接棒は、

むすび

上述してきたように、われわれは造船工作法と造船溶接の近代化について、数多くの輝かしい業績を挙げることができた。これらの業績が、造船世界一の偉業達成のため大いに貢献したことは、疑う余地が全くない。

しかしこれまでは、造船産業において造船工作法（造船溶接を含む）が占める地位は、第1位に重要なものではなかった。もちろん、万一工作に失敗して満足な船にならなかつたり進水が延期されるようなことでもあれば、造船所に致命的な悪影響を与えるが、工作法の立場はまあいうなれば“良くって当たり前”的な安全弁であったと替えることができるであろう。これは造船労働者の賃金が、船価のわずか10%未満にしか当たらないので、受注や設計の合理化による船価低減効果に比して、造船工作法での努力が寄与する効果の差が、あまりはつきりしない程度に小さかつたためであると思われる。

しかし将来の造船業について予想すると、事情は全く一変して、造船工作技術が繁栄の鍵を握るにいたると考えられる。それはすでに欧州造船界を席卷している労働力不足の現象が、近い将来日本造船界に波及するのは必至だからである。本問題の克服には、結局のところ

(a)作業環境（とくに船台）の改善

(b)省力投資の推進による建造作業の un-man 化の両者を徹底的に実施せねばなるまい。そしてこれは、われわれ造船工作法関係技術者に課せられた、重要な課題なのである。

最後に、有益な著書ならびに論文などを引用させていただいた各位に、深くお礼申し上げます。

参 考 文 献

- 1) 山根, 学士会月報, 2号 (1966年4月), p. 35
- 2) 六岡, 播磨造船技報, 14号 (1960年11月), p. 1
- 3) 寺井, 造船における溶接技術管理, 船舶技術協会, (1966年1月), p. 188
- 4) 真藤, 大型船の建造に関する諸問題, 船舶技術協会 (1959年11月), p. 43
- 5) 鋼船工作法研究委員会 (第1分科), Shipyard Management and Production Method に関するアンケート, (1967)
- 6) 横田, 造船協会誌, 388号 (1962年1月), p. 9
- 7) 松山, 造船協会論文集, 108号 (1960年12月), p. 438
- 8) 山本, 寺井, 栗岡, 造船協会論文集, 122号 (1967年12月), p. 224, 236
- 9) 前田, 船殻におけるQC活動の1例, 鋼船工作法シ

ンポジウム (造船協会), (1966年), p. 38

- 10) 山本, 大型船舶の建造における新生産方式の研究 (学位論文), (1947), p. 51
- 11) 北村, 造船協会論文集, 112号 (1962年12月), p. 191
- 12) 山元, 滝沢, 造船協会論文集, 122号 (1967年12月), p. 215
- 13) 川口, 柴村, 関西造船協会誌, 127号 (1968年3月), p. 5
- 14) 山本登, 栗岡辰巳両氏より提供を受けた資料。
- 15) 文献10, p. 222
- 16) 三田村, 造船協会論文集, 101号 (1957年8月), p. 193, 104号 (1959年1月), p. 315, 105号 (1959年7月), p. 253, 106号 (1960年1月), p. 275
- 17) 平尾, 造船協会々報, 83号 (1951年2月), p. 127
- 18) 橋本, 前田, 造船協会論文集, 109号 (1961年6月), p. 371
- 19) 武藤, 造船協会論文集, 104号 (1959年1月), p. 323
- 20) 吉田, 造船協会論文集, 103号 (1958年7月), p. 293
- 21) 井藤他5名, 三菱重工技報, 5巻2号 (1968年3月)
- 22) ABS. Supervision of Welding in Ship Building (1944年9月)
- 23) US Navy Department (Bureau of Ships), Typical Welding Sequence for "DE" and Similar Vessels, (1944年9月)
- 24) 溶接施工法委員会 (溶接協会), 溶接技術, 10巻4号 (1962年4月), p. 256, 12巻2号 (1964年2月), p. 49
- 25) 造船協会, 60周年記念論文集 (英文), Researches on Welding Stress and Shrinkage Distortion in Japan, Vol. 4, (1959)
- 26) 文献3, p. 41
- 27) 寺井, 溶接の自動化, 産報 (1968年5月), p. 68
- 28) 文献27, p. 127
- 29) 文献3, p. 56
- 30) 文献3, p. 124
- 31) 文献27, p. 223
- 32) 溶接施工法委員会, 立向溶接ならびに片面自動溶接に関するシンポジウム (1966年8月)。

世界最大タンカー

“S. S. UNIVERSE IRELAND” について

石川島播磨重工業株式会社 横浜第二工場
造船設計部・機関織装設計部

1. まえがき

当社横浜第二工場は、このたび米国NBC社のご注文による30万トン型タンカー“S. S. UNIVERSE IRELAND”を竣工し、15万トンの東京丸、21万トンの出光丸に続いて世界最大船建造の記録を三度更新した。本船はガルフ・オイルの長期傭船により、NBC社の手で運航が計画され、当社および三菱重工業株式会社にて3隻ずつ、合計6隻建造される世界最大の超大型タンカーの第1船であるが、その大きさは従来の大型船についての概念をはるかに上回るものであって、計画・建造に当たっては種々の面からの検討が加えられた。本船はまた、安全確実な運航と20年間のメンテナンス・フリーを目標として各種の仕様が決定されており、米国船主の合理的な考え方を十分に反映した高性能船である。以下その特徴を重点的にとりあげ、本船の概要を紹介する。

2. 船体部

2.1 一般計画

ガルフ・オイルはベルシャ湾から欧州への原油輸送に、いわゆるCTS方式を採用し、アイルランドのバントリー湾に大規模な石油中継基地を建設している。本船はその一次輸送用として、ベルシャ湾ミナ・アル・アマディより喜望峰を経由し、大西洋を北上してバントリー湾に至る航路に従事する。本船によって運ばれた原油は一旦中継基地に貯えられ、ここから7~8万トン級タンカーで欧州各地に運ばれるのである。

本船はガルフ・オイルとの間に、20年間にわたるチャーター契約があり、船主はこの長期間を最良の稼働率で運航することを狙い、設計の基本方針はつぎの二点におかれた。

- (1) 性能の最上を狙わず、確実な運航を第一とする。
- (2) 仕様をいたずらに下げず、就航後の維持費を最小とする。

また船主は当社で建造する3隻および三菱重工業株式会社にて建造する3隻、合計6隻全部が完全に同一であることを要求したので、設計は基本設計から詳細設計に至るまで、緊密に共同して行なわれ、主要な購入品も6隻

分を一括して共同購入を行ない、船主の要求に応ずるとともに、コストダウンを計った。

2.2 主要要目

本船の主要要目はつぎのとおりである。

船型	船首楼付平甲板型船尾船橋船尾機関船		
船級	ABS, ★A1@“Oil Carrier” & ★AMS		
全長	345.30m		
垂線間長	330.00m		
幅(型)	53.30m		
深(型)	32.00m		
夏期満喫吃水(型)	24.782m		
噸貨重量	326,585Lt		
総噸数(リベリア)	149,608.58T		
純噸数()	128,257T		
貨油槽容積	399,630m ³		
脚荷水槽容積	33,086m ³		
燃料油槽容積	14,479m ³		
清水槽容積	491m ³		
主機械	IHI-GE タービン	2基	
出力	連続最大	各, 18,700PS×93rpm	
	常用	各, 17,000PS×90rpm	
主ボイラー	IHI-FW ESD マリンボイラー	2基	
	蒸気条件および蒸発量	61.2kg/cm ² G×515°C ×各75t/h	
発電機	主	ターボ発電機 1,175kW×450V 2基	
	非常	ディーゼル発電機 500kW×450V 1基	

試運転最大速力(満載)	15.10kn
満載航海速力(15%シーマージン)	14.0kn
航続距離	25,000浬
乗組員数	76名

(但し、ガス・フリー要員10名、予備9名を含む)

2.3 主要寸法、一般配置等

本船は往復航とも、スエズ運河を通航しないことで計画され、また積地、揚地とも本船に合わせた新バースが建設されるという好条件により、主要寸法決定には思いきったアイデアが生かされている。すなわち、長さおよび幅は、昨年当横浜第二工場で建造された当時世界最

大の出光丸より一廻り大きいだけであるが、深さおよび吃水ははるかに大きく、極めて経済的な船型となっている。

中央部は3列8槽、合計24槽に分けられ、No.4 両舷槽を専用バラスト槽としている他、No.2 両舷槽およびNo.3~8 中心槽はダーティ・バラスト槽とし、必要な配管を行なっている。

本船には、基本方針の一つである「確実な運航」を旨として、2基2軸方式が採用されたが、これはわが国で建造されたタンカーとしては初めてのことであり、オランダ・ワーゲニンゲンおよび三菱重工業長崎船型試験所にて、いくつかの異なった船型について、推進・抵抗のみならず旋回操縦性をも含めた各種模型試験を行なった上で、線図および推進器、舵などの設計が行なわれた。海上公試運転においては速力試験、旋回力試験等の他に十数回にわたるZ航走試験、スパイラル試験が行なわれ、本船の速力および旋回、操縦性能がいずれも満足すべきものであることが確認されている。

2.4 船殻構造

本船の大きさはわれわれが従来経験してきた大型船の概念に対し、あまりにも巨大であるので、ルール要求値を満足するのみでなく、構造的な問題点についてはすべて理論的検討が行なわれた。すなわち、吉識東大教授(当時)を委員長に委嘱し、山越九大教授、ABSおよび三菱、石播両社の構造専門家で5人委員会を組織し、約1年にわたって本船の構造強度を徹底的に研究し、その結論に従って船殻構造のデザインが展開された。

2.4.1 中央切断(貨油タンク構造)の決定

本船の貨油タンク構造は縦通隔壁2条、センター・ガーダーありのトランスバース・メイン方式で、ごく一般的な構造方式を採用した。横置隔壁は5水平・ガーダー、バーチカル・スチスケー方式とし、32.100mごとに配置、制水隔壁はない。舷側槽のクロス・タイは各トランスバース・リングごとに3条設けられている。

(1) 縦強度

当時ABSの断面係数要求値の規定は305mまでしかなく、他の船級協会にも本船のごとき超大型船について明確に規定しているものはなかった。そこで現行ルールを延長した上で各協会の要求値を比較した結果、ABS要求値が最も大きく、そのベースとなっている波高も $L > 250m$ ではABSが最大で、実際に起こり得る波高よりもかなり大きな値をとっていると考えた。そこで本船についてはABS要求値に対して100%で計画を進めた結果、デッキは35mm、ボトムは33mmになった。なおMSで35mmに収まったので高張力鋼は使用していない。

(2) 横強度

トランス・リング、センターライン・リングおよび水平・ガーダー等貨油槽内の主強度部材については最も苛酷な荷重状態となるワン・センター・タンク満で他のタンクを空とする軽吃水で各種計算を行なった。ウェブ・プレートの座屈強度については特に意を注ぎ、ややオーバーな位にスチフナーを設けるとともに、ウェブの板厚もルール要求値より増厚して万全を期した。

(3) 局部強度

大骨につく面材の有効幅、座屈から見た小骨のウェブ深さ(b)とウェブ板厚(t)との比 b/t 、船底外板における合成応力値、横桁のウェブ付き防撓平鋼の最小剛性値およびビルジ部縦通肋骨のスペース等の局部強度についても検討を行ない万全を期した。

2.4.2 ドッキング対策

巨大船では入渠時の盤木反力に対する船体強度および渠底強度に関連した盤木配置が問題となるが、本船の船尾構造、機関室、ポンプ室構造および貨油槽構造は盤木反力に耐え得るように十分な補強を行なった。特に機関室構造については、本船の深さ、幅の巨大さにも拘らず機関室底部においては、むしろ20万トン型よりも狭い位であり、さらに2基2軸であることから主補機器の配置上、ウェブ・フレームの深さが限定されたので、その配置および寸法決定には入念な検討を行なった。

2.4.3 舵およびスペクタクル・フレーム・アーム

本船は2軸船であるので舵型式は必然的にマリナー型のハンギング・ラダーとなり、ラダー・ホーンによって支持されている。舵軸は長尺となったので2本つなぎとし、軸心は舵取機配置との関係上、上すほみの傾斜型とした。また舵上部には船の保針性をよくするためステグを設けた。船尾部の内部構造はこれら重量物の支持と防振とのためかなり頑丈な構造となり、通常の構造に比し大幅な重量増加となった。また2基の推進器を支持する鋳鋼製スペクタクル・フレーム・アームの型状は曲げ振動がブレード・フリクェンシーと同調する危険性をなくすために、各種型状について固有振動数の計算を行なって決められ、船体との取合部には特に十分な剛性をもたせた。

2.4.4 振動

Twin screw であるため、blade frequency として、回転数×blade 数×2の高周波数の振動も考えられたので、船尾部および上部構造の耐振構造には特に注意を払い、上部構造の仕切壁はすべて鋼壁とし、外周壁、機関室隔壁等上層甲板まで連続している鋼壁は上甲板のデッキ・トランスバースまたは仕切壁の位置に合わせ、船体

主構造との連続性に留意した。試運転時には起振機による振動試験および走航中での振動試験を行なったが、結果は極めてよく、振動に関しては完全に近いものであった。

2.5 特殊塗装

超大型船においては塗装のために入渠期間が長くなることは著しく不利となり、また従来船のように乗組員の手で塗装面の補修を行なうことは極めて困難である。従って多少イニシャル・コストが高くなっても維持費を最小にするという船主の方針により、本船には、外板外面、上甲板および船首楼暴露面、バラスト槽および貨油・バラスト兼用槽内面のうち特に腐蝕のはなはだしい上甲板直下、槽底および主水平桁板の上面、その他面積にして合計約13万m² に対し無機亜鉛塗料ダイメット・コートが採用された。なおいわゆるコロージョン・コントロールによる構造部材の板厚減少は行っていない。

2.6 船体装置

2.6.1 係船装置

本船の係船装置は揚地パントリー湾、積地クウェート、ミナ・アル・アマディの新バース建設計画と併せて設計されたものである。揚船機は船首に2台、船尾に1台が配置されているが、これらはそれぞれ2台の自動係船機としても使用できるもので、これらの他に10台、合計16台の自動係船機が配置されている。このうち船首2台、船尾2台の係船機は甲板下に配置されたホーサー・リールと連動して合成繊維索の繰出し、または巻込みを行ない、接離岸時の係船作業を容易にするよう計画されている。

主錨は20.3t 2個を船首に使用する他、規則で定められている予備錨を船尾錨として使用している。錨鎖は113mmφ (ABSグレードⅢ) 特殊鋳鋼製である。曳索には56mmφ の鋼索を、係留索としては40mmφ の鋼索および72mmφ のポリプロピレン索を使用する。

2.6.2 貨油管装置

貨油管装置は4グループに分けられており、貨油ポンプとして下記のを備えている。

主貨油ポンプ HTC 3,500m³/h×125mT.H. 4台

浚油ポンプ VSD 300m³/h×125mT.H. 4台

前述したように、本船によって一旦パントリー・ベイの中継基地に貯えられた原油は7～8万トン級タンカーで欧州各地へ運ばれるが、これら2次輸送用タンカーのバラスト航海中に積載した海水バラストは海中に投棄せず、パントリー・ベイの陸上基地に設けられたバラスト貯蔵タンクに一旦入れられ、本船の揚荷終了した貨油タンクにダーティ・バラストとして積載される。このサイ

クルを繰返すことにより、二次輸送用タンカーには、タンク・クリーニング作業、ダーティ・バラストとクリーン・バラストとの張り替え作業等が全く不要となった。本船の上甲板上にはこの目的のため、独立したダーティ・バラスト・フィリング・ラインが設けられている。

本船の貨油管系統にはこの他、荷役時間の短縮を旨としてかなりの工夫がこらされている。その結果、従来のタンカーに比して、倍近い数の貨油/バラスト弁が配置されたが、これらはつぎに述べるように、すべて荷役制御室にて集中遠隔制御される。

2.6.3 荷役遠隔制御装置

本船の貨油およびバラスト・ハンドリングはすべて集中遠隔制御することで計画されている。すなわち、居住区前端に設けられた荷役制御室内のグラフィック・コンソールおよび他のコントロール・パネルにおいて下記の遠隔制御および監視が可能である。

- (a) 殆んどすべての貨油/バラスト弁の開度監視および閉閉制御
- (b) Vac-Strip System と組合わされた貨油ポンプ、浚油ポンプおよびバラストポンプの監視および制御
- (c) 貨油タンク(22個)およびバラストタンク(2個)の液面測定
- (d) 吃水の測定

安全性を重視して上甲板上に電気品を使用することは極力避けたいという船主の強い意向があり、弁の遠隔制御方式は手動四方切換弁による独立配管油圧方式とした。また本船には船主指定により Worthington-Simpson 社製の Vac-Strip System が装備されたが、これは当社で開発した IHI セルフ・ストリップング・システムと同様の原理によって浚油作業を能率よく行なおうというもので、貨油ポンプの吸込側に設けた小タンクにヴァキウム・ポンプを備え、適当に負圧を生ぜしめてこのタンク内の油面を一定以上に保つとともに、この油面高さに応じて貨油ポンプの回転数および貨油ポンプ吐出側に設けたバタフライ弁の開度を自動的に制御して、貨油ポンプがキャビテーションを起こすことなく、殆んど荷役完了時まで使用できるように考えられたものである。

各貨油タンクおよびバラスト・タンクの液面ならびに吃水の計測装置としては空気式の Teledip System を装備しており、これらはすべて荷役制御室から遠隔監視される。本船のタンク深さは110ft もあり、制御室内の液面指示パネル上の Mercury Column 1本だけでは表示し得ないため、これを上部および下部コラムの2本に分割し、各々のコラムで55ft ずつ表示することとした。

さらに上甲板下6ft および槽底6ft は Ethylene Glycol Column によって、略英尺に近い表示を得ることができる。

2.6.4 タンク・クリーニングおよびガスフリー装置

本船には最近開発された固定式タンク・クリーニング装置「ガンクリーン」が中心貨油タンクに各4台、船側貨油タンクに各3台、専用バラスト・タンクに各2台、合計78台装備されており、持運式のドライビング・パワーユニットを12台持って、6台同時使用できるよう計画されている。貨油タンク洗滌水は貨油ポンプにより上甲板上の貨油管を使用して送られ、ポンプ室内に設けられたエグクターにより吸引される。

ガスフリー装置としてはタービン駆動のガスフリー・ブロー3台を備え、また300t/hの油水分離装置を装備して、海水汚濁防止条約に定められた、制限区域内での油投棄禁止条項に対処している。

2.6.5 居住区艦装

船尾部に配置された6層の居住区はすべて実質本位の設計がなされており、防火とメンテナンスとの見地から木壁は全く使用せずすべて鋼壁とし、天井、内張も亜鉛鍍鋼板、床もフロアリングせずペイント仕上げとしたほか、家具も殆んど鋼製としている。一方、防熱は従来船に比してかなりハイ・グレードであり、計画条件に対して20%の余裕を持つ冷房装置、8個のレヒーターを持つ暖房装置と相まって完全な冷暖房効果を与えている。

本船の乗組定員は76名であるが、このうち10名はガスフリー作業員のために枠をとったもので、予備9名、船主、パイロット等を除くと53名となり、従来船と比べそれほど多いとはいえない。

2.6.6 消火装置

貨油タンク、機関室およびポンプ室には固定泡消火装置を備えている。本船はUSCGに準拠しているので、上甲板上のタレット・ノズルの受持つ消火区域は船首側の180°であり、且つ船の横方向一直線上に配置された数本のノズルで貨油タンク部に対する規定量の泡を放出できることというUSCGの考えにもとづき、口径125mmの固定ターレット・ノズルを3列8個所、合計24個配置している。また非常用発電機室には特に固定のCO₂消火装置を備えて万全を期している。

2.6.7 その他船体艦装上特筆すべきもの

(1) ポンプ室エレベーター

深さが32mとこれまでの大型タンカーから飛躍的に増大したため、機関室、ポンプ室への昇降には多大の労力を要する。そこで機関室用のエレベーターのみならず、貨油ポンプ室にもエレベーターを設けた。これは世界で

も初めての試みであり、万一にも事故発生の原因とならぬよう、電気品をポンプ室内にはいっさい配置しなかったばかりでなく、スパークや静電気が発生せぬよう、機構、材質および構造には細心の注意を払った。

(2) 舷梯装置

本船の舷梯は水平格納式で上甲板中央部両舷に各1組ずつ装備されている。舷梯本体の長さはクリーン・バラスト状態で海面に対して55°をとって29.95mとなり、経験したことのない長大なものとなった。本体の構造はアルミ合金製、カーブド・ステップ付の2セクション型で固定手摺付きである。舷梯揚卸しはエアモーター駆動のウインチで行ない、水平格納作業のみ人力操作のウインチによって行なうこととしている。

(3) ブレーク・ウォーター

一般配置図にみられるごとく、上甲板上4箇所両舷に横置のブレーク・ウォーターを設けた他、本船が原油を満載して大西洋を北上するときに左舷側に強い風波を受けるといふ、船主の経験に基づく判断で、上甲板上の艦装品、特に貨油遠隔制御用の油圧管などを保護するため、高さ2.0mの縦置のブレード・ウォーターを上甲板上左舷の居住区前端より船首楼後部までの殆んど全長にわたって設けている。

3. 機関部

3.1 機関部の特徴

3.1.1 安全航行

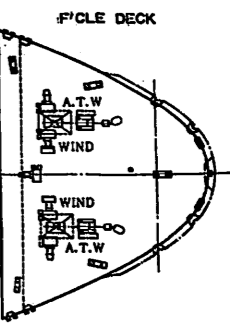
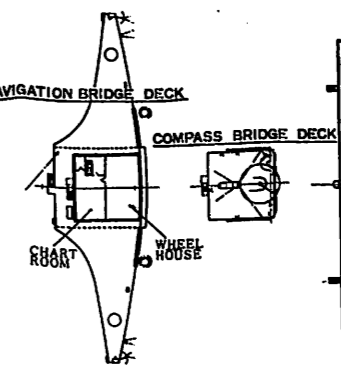
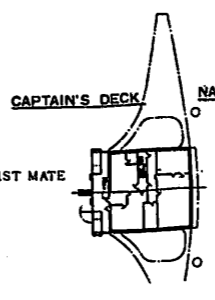
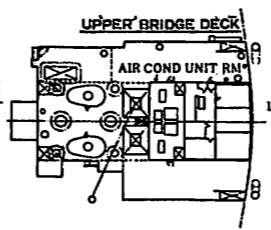
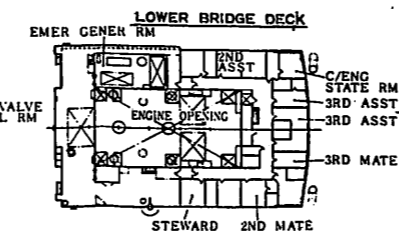
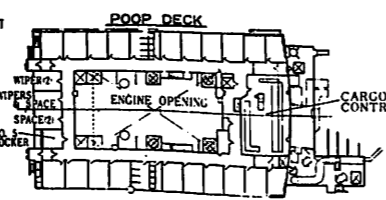
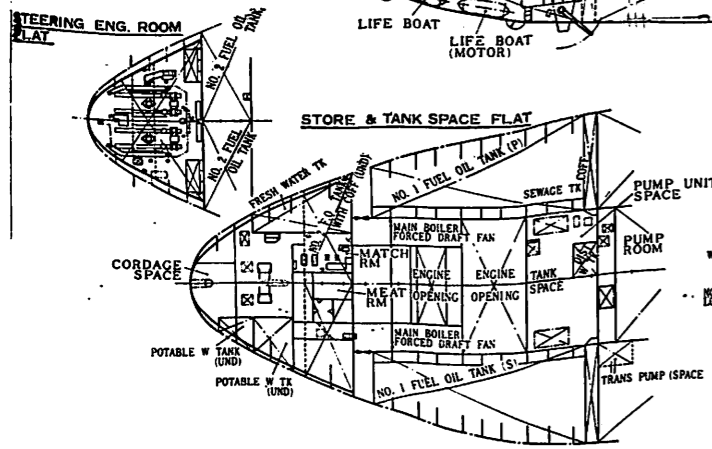
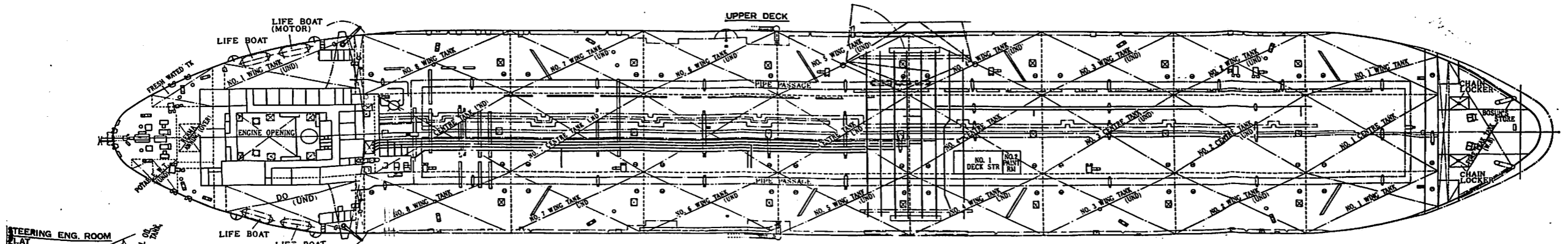
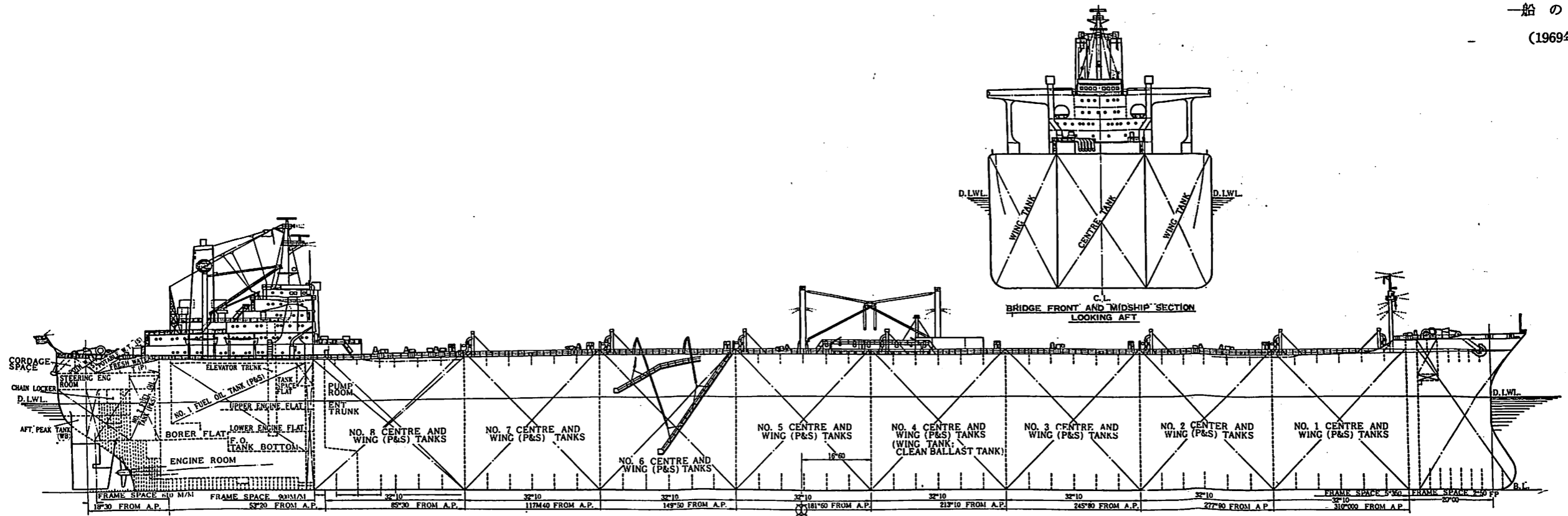
これだけ大きい船になると、たとえ一日でも洋上で漂流すればその損害は膨大なものとなる。従って機関部としては、いかなることがあってもDead Shipにならない船を作することを念頭においた。それには安定した技術を組合せてプラントを作ること、また、万一部分的な事故が起きても、すぐにこれをバックアップしてプラントを生かしてゆく装置を用意しておくことを設計の基本方針とし、つぎの処置をとった。

(1) 2軸船の採用

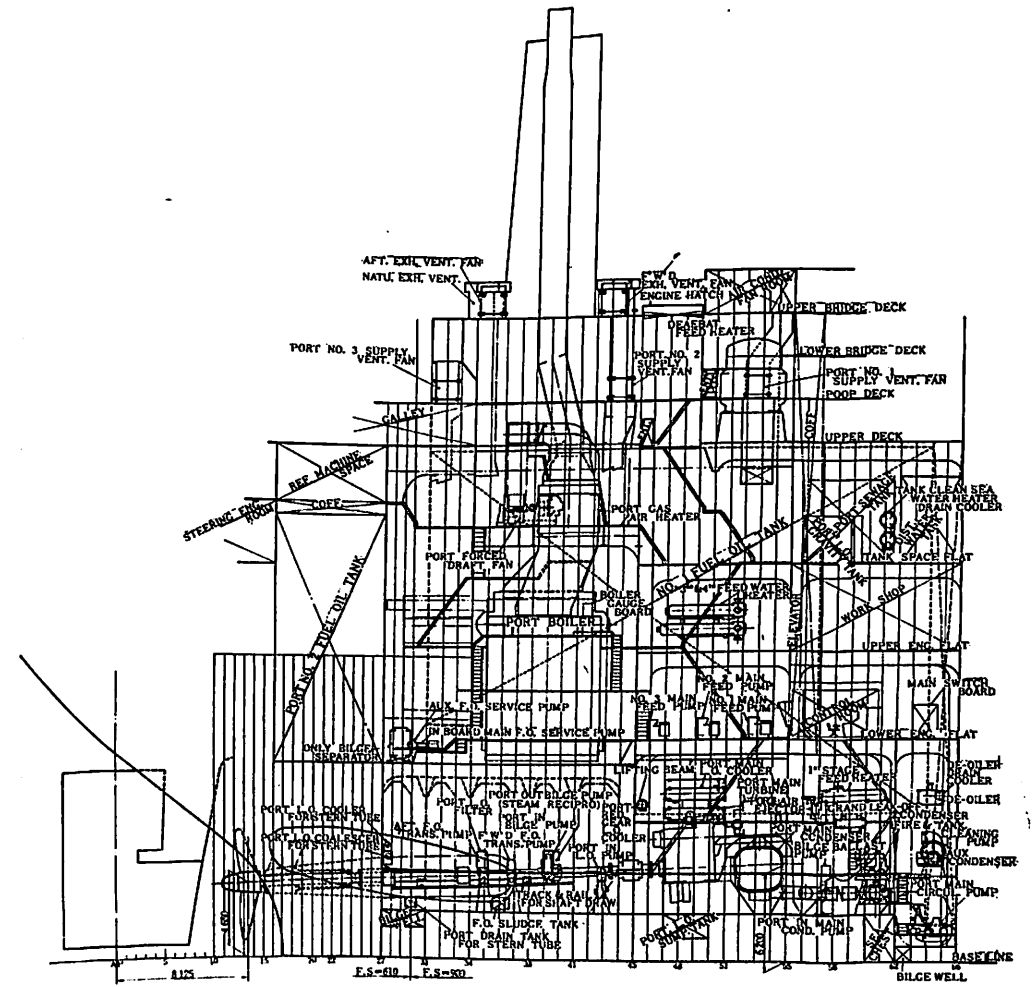
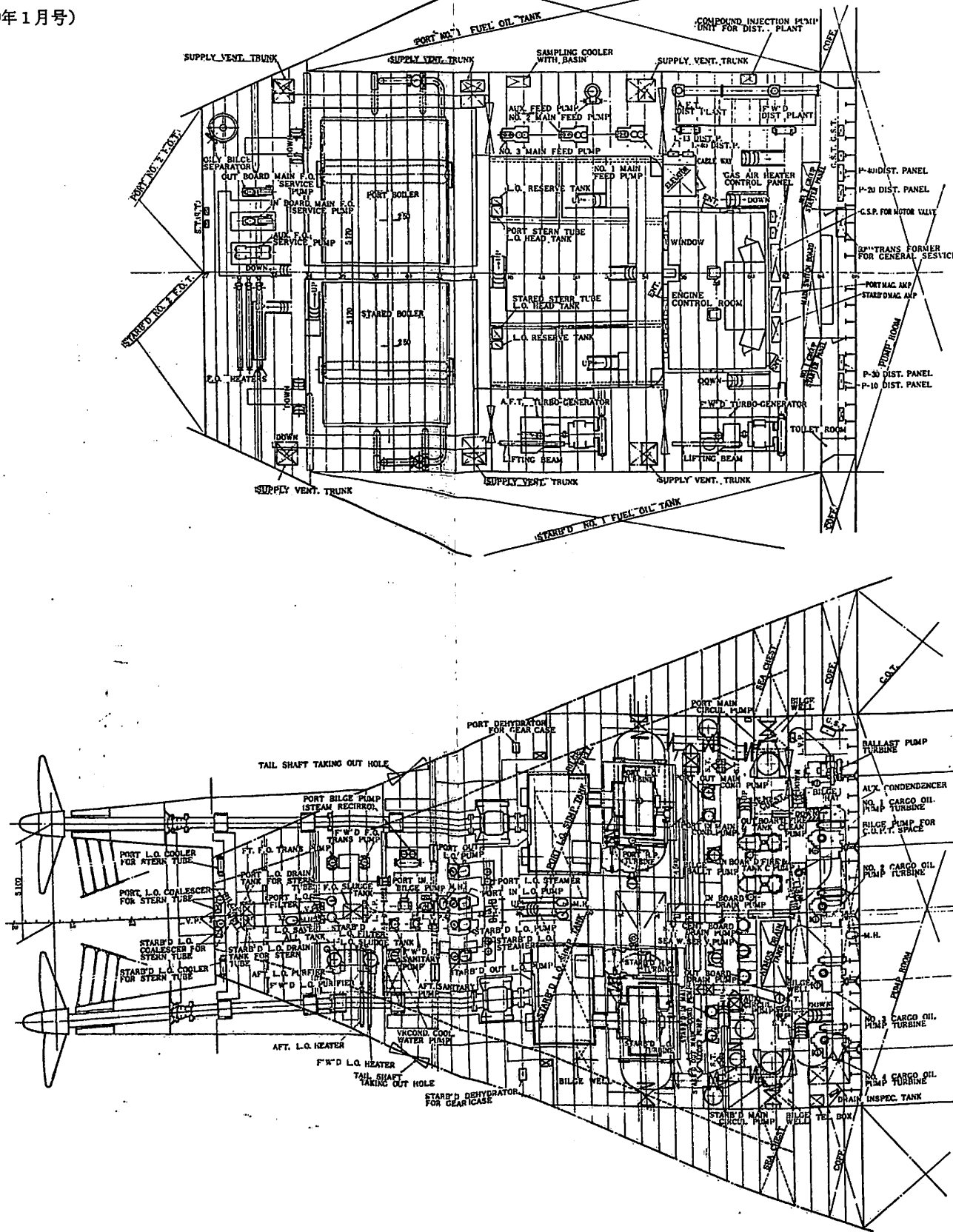
本船には安全航行を第一に考え、2基2軸が採用されたが、これで片舷の軸が万一稼動しなくなっても、航海速度の65%の速力で安全に航行を続けることができる。この目的のため、電気部も左右の主機をそれぞれ一つのプラントとして運航可能なように考慮した。

(2) スチーム・サイクルの単純化

プラント効率を上げようとするれば一般にスチーム・サイクルは複雑になるが、本船の場合にはこれを単純化して取扱いが容易で安全なプラントにすることを狙った。ボイラーの蒸気条件としては最近の大型商船で広く使わ



UNIVERSE IRELAND 一般配置図



UNIVERSE IRELAND 機関室配置図

れている、61.2kg/cm²G、515°Cを採用し、レヒートを行わず、給水加熱は低圧2段、高圧2段の4段給水加熱方式としている。主タービンの抽気は補機タービンの駆動用には使用せず、熱交換器類の加熱用のみを使用している。航海中における抽気の切替作業は容易に行なうことができる。

(3) 重要な機器とその配管の2系統化

主ボイラーをはじめ、重要な機器は2組またはそれ以上装備しており、配管も重要なものは2系統設けている。すなわち、主蒸気管はリングメイン方式とし、中間遮断弁を介して各主機タービンと発電機タービンにそれぞれ単独に導いている。その他、缶用送風機タービンに至る蒸気管、燃料油サーブ・ポンプの吸入管、主給水ポンプの吸入管も2系統導設している。また、貨油ポンプタービンの排気は補助コンデンサーのほかに主コンデンサーにも落とせるような非常用ラインを設けている。

3.1.2 メンテナンス・フリー

長期間の維持費を最小とするため、主要機器から小部品に至るまでこの考え方を貫いて頑丈な構造にし、かつグレードの高い材料を選定した。

(1) 素材

船主からの指定もあって、本船ではステンレス・スチールはすべてSUS32、ブロンズはBC3を原則として使用し、その他腐蝕し易い箇所、あるいは高温高圧にさらされる箇所の材料は十分吟味し厳重に検査された。

(2) 部品

グリース・ニップルやボルトに至るまで細心の注意を払っている。グリース・ニップルを例にとれば、購入品につくものを含めてすべてステンレス製の1/4" NPT グリース・ニップルに統一してメンテナンスを容易にした。

(3) ライニングおよび塗装

口径50mm以上の海水管と海水弁の内側はネオプレン・ライニングを施している。熱交換器の海水側の水室にはネオプレン・ライニングを施し、さらに管板の海水側表面と出口側管端部には Debecote を塗装した。

(4) 機器およびパイプ内の清掃

主機用潤滑油システムは一次フラッシング、二次フラッシングを行なうなど、機器およびパイプ内の清掃は入念に施行した。ストレーナーは潤滑油ポンプの吸入側と吐出側に設けたほか、潤滑油重力タンクから主機タービンに至るラインにも設けゴミの完全除去を計っている。

3.2 主要機器およびメーカー

3.2.1 主機械

石川島播磨—G.E.製蒸気タービンが2基装備されている。主機蒸気室にはパーリフト・シーケンシャル・ノズ

ル・コントロール・バルブを設け、このバルブを油圧シリンダーにより、中央制御室内のコンソール上に設けたコントロール・レバーによって遠隔操作するようにした。

3.2.2 主ボイラー

石川島播磨型—Foster Wheeler ESD—Ⅲ型ボイラーが2基装備されている。蒸発量75t/hのRoof firing式ボイラーであり、蒸気吹込式のWallsend製バーナーは中央制御室内のコンソールから遠隔点滅できるようにしている。自動燃焼装置はGeneral Regulator社製の電気式、給水減器はCopesの2要素式を使用している。

3.2.3 その他の機器

機関部の機器、部品は殆んど国産品を採用している。プロペラは直径7,200mm、ニッケル・アルミ・ブロンズで三菱重工業製、主発電機は1,175kW 2基で東芝製、発電機タービン、缶用送風機タービン、貨油ポンプ/バラストポンプ・タービンはいずれも三菱重工業製である。一般の水、油ポンプは新興金属製と川崎重工業製であり、一般の熱交換器は笹倉機械製を採用している。

3.3 機関室配置

本船は二重底上面から機関室ケーシング・トップまで、38.5mもあるが、機器は極力コンパクトに配置して、機関部員の労力を少しでも減らせるよう配慮した。機関室中央制御室のある下部台甲板を中心にして、その上下すなわち、上部台甲板と下床の合計3層に集中的に機器を配置し、これ以外の空間は性能上必要なもの以外には配置せず、デッドスペースのままとした。ターボ発電機、給水ポンプおよび造水装置は中央制御室と同一レベルに配置し、冷却水ポンプ、油ポンプ、冷却器類は下床に集めている。主ボイラーはRoof firing型であるので、両舷対称にバーナー面が隣り合せになるように配置した。ボイラーの機側操作ステーションはボイラートップのバーナーレベルに設けて、ボイラー計器盤、スタートブロー盤、検煙計等を集めている。

3.4 軸系

巨大船でしかも2軸船であるということで、軸系の設計ならびに工作は特に慎重に進めた。推進軸は2.5%ニッケル鋼の中空軸とし、船尾軸受はWaukesha, U.S.A製のオイルバス式としている。最後部軸受はWaukesha製のTilting Pad型とし、主機のシステム油によって強制潤滑している。船尾軸受シールにかかる油圧はヘッドプレッシャー・ポンプの吐出側の弁を1個開閉するだけで、満喫航海時とバラスト航海時の切替を容易に行なえるようにしている。

2軸船であるため軸の船尾部附近は非常に狭くなっており、軸を機関室側に引抜くためのスペースはかなり限

られたものとなった。このため機関室最後部のプラスチック製模型を作り、軸の引抜要領を検査し確実に引抜けることを確認した。なお片舷航走ができるようにシャフト・ブレイキとロッキング装置を各軸に装備してある。

3.5 オートメ・リモコン

機関室中央制御室にはコンソール型の主計器盤があり、主機、主ボイラー、その他の補機の遠隔操作と主要計器の監視ができるようになっている。

監視計器としては電気式の堅型ミニチュア連続指示計が49点、電気式切換指示計が5組あり、このほかに連続記録計として20点式Kログが1台装備されている。Kログにはチャート枠が10個組込まれており、4×6吋の各チャートに2点ずつ記録するようになっている。

特殊な計器としてはまず Fuel rate meter がある。これは ASEA の Ring torductor, Tachogenerator およびパルス発信式燃料油流量計を組合わせた装置で、燃料消費率が lbs/SHP・h の形で連続的に K ログに記録されるようになっている。この他に Kingsbury の Thrust meter, Hays の溶存酸素分析計, Marine Moisture Control の水中油分検出計などを装備している。

4. 電気部

4.1 発電電動力装置

本船の発電装置は東芝製 1,175kW 自励式主発電機 2 台と G.E. 製 500kW ブラッシュレス 励機付非常用発電機とからなる。非常用発電機は非常時に自動起動し、一軸運転に必要な補機および非常照明、無線、通信、制御装置、操舵機に給電を行ない、非常航走を行なえる容量を備えている。主配電盤は主発電機盤を中心に母線を左右に配し、左舷機、右舷機の各補機に各々別個に給電されている。給電方式は動力および無線装置は 440V 3 相、照明、通信、航海および制御装置は 115V 単相とし、埋

込型遮断器により保護されている。変圧器は一般用として 50kVA 単相 3 台、非常用として 10kVA 3 台をそれぞれデルタ接続を使用している。電動機は機械室内はすべて B 種絶縁、機械室以外は E 種絶縁として各々過負荷保護リレーにより保護されている。主要補機および主発電機、非常用発電機は機関制御室内の操作卓より制御可能であり、起動器、配電盤は制御室外に配置し、制御室内には遠隔制御および監視装置以外のものを極力排した。

4.2 照明装置

機械室は白熱灯に水銀灯を併用した。非常系照明灯を各所に配し、非常用発電機による給電時にも支障のないよう考慮した。

4.3 船内通信装置

特別なものはなく、自動電話、無線池電話、船内放送装置、操船用通話装置等を装備している。

4.4 航海装置

ジャイロ・コンパスによる他、磁気コンパスによるオート・パイロット操船が可能な装置を装備している。また、本船の操舵機が 2 台あるため、オート・パイロット油圧パワーユニットを各機 2 台ずつ装備し、いずれの 1 台でも操舵できるように考慮した。

4.5 無線装置

すべて Marconi 製の機器であり、従来のもものと特に変わった点はない。

5. 結 言

世界はすでに巨大船時代を迎え、各国で 20 万トンタンカーが多量に建造されているが、本船はこれらをさらに上回る世界で未経験の超巨大船である。しかしながら本船は巨大船についての船主の運航経験、造船所の建造経験に学識経験者および船級協会等の衆知を集めて、周知な検討のもとに設計されており、期待通りの成果をあげるものと確信している次第である。

中小型鋼造船技術指導書シリーズ 6

「船舶の抵抗および推進」

第 II 編 プロペラ設計法

第 1 章 プロペラ設計法概要

1 プロペラ設計時の諸条件

2 プロペラの設計方法

第 2 章 プロペラ設計図表

第 3 章 プロペラ設計計算および例題

第 4 章 練習問題

本書には参考図表集を別冊としてプロペラ設計図表を付図として 60 図を収録している。

A 4 判 70 頁 頒価 850 円 (送料共)

日本中小型造船工業会 発行

旅客船資料集

第 2 集 沿岸巡航客船・離島航路船

昭和 43 年 5 月発刊 B 4 判 要目編 102 頁、図面編 90 頁・頒価 4,000 円 (送料共)

なお旅客船資料集第 1 集 (昭和 42 年 3 月刊行) には自動車航送船 30 隻が収録されており、第 2 集と同様の内容形式で刊行されている。

B 4 判 要目編 71 頁、図面編 65 頁、頒価 4,000 円 (送料共)

日本中小型造船工業会 発行

(以上紹介した書籍について購入ご希望の方は船舶技術協会にてお取次ぎをいたしますので直接代金を添えてお申込み下さい。)

700 個積みコンテナ専用船

「ごうるでんげいとぶりっじ」

川崎重工業株式会社
神戸工場造船設計部

1. まえがき

本船は、川崎汽船株式会社、大阪商船三井船舶株式会社、ジャパンライン株式会社、山下新日本汽船株式会社の4社コンテナ・グループによる、共同運航の一環として川崎汽船株式会社のご注文により、当社神戸工場で建造されたコンテナ専用船であり、昭和43年5月5日起工、同年8月9日進水し、同年10月25日に竣工、引渡された。

本船は竣工後直ちに、神戸—横浜—サンフランシスコ—ロスアンゼルス間のコンテナ輸送に就航中であり、太平洋の海上輸送に革命を起こすものとして期待されている。

上記コンテナ・グループの4社がそれぞれ1隻宛建造する合計4隻のコンテナ船は、1週間のタイム・ラグをもって就航し、毎週定まった曜日にある港に寄港する所謂ウィークリー・サービスを目的としている。したがって本船はこの航路を28日間で一順せねばならず、平均20~21ノットの航海速度が確実に保たれることが必要条件となる。このため27,500馬力という150,000 DWT以上の大型タンカーと同程度の主機を搭載し、航海速度に対

しては充分な余裕を見込んでいる。

2. 船体部

2.1 主要目

船級	日本海事協会	NS* & MNS*
全長		188.40m
長さ(垂線間)		175.00m
幅(型)		25.00m
深さ(型)		15.40m
夏期満載吃水(キール下面より)		9.5235m
総トン数		16,814 T
純トン数		8,674 T
載貨重量		15,926kt
コンテナ積載数(ISO 20' コンテナ換算)		716個
試運転最大速度		25.75kn
乗組員	士官	11名
	部員	16名
	船客	2名
	予備(部員級)	6名
	合計	35名

2.2 機関部主要目



ごうるでんげいとぶりっじ

一船の科学

主機関 川崎 M. A. N. K10
Z 93/170E 2サイ
クル単動クロスヘッ
ド型排気タービン過
給器付ディーゼル機
関 1基
連続最大出力×回転数
27,500PS×115rpm
常用出力×回転数
23,400PS×約109rpm
ディーゼル発電機 3台
原動機 川崎 M. A. N.
G 7 V23.5/33ATL

排気タービン過給器付4サイクル単動立
形トランクピストンディーゼル機関

発電機 自己通風防滴横型自励式
712.5kVA(570kW)×A.C. 445V 60c/s

タービン発電機 1台

原動機 軸流多段一段減速復水式川崎蒸気タービ
ン

発電機 自己通風防滴横型自励式
750kVA (600kW)×A.C. 445V
1,800rpm

補助ボイラー 1台

大阪ボイラー OE 4 型船用横型乾燃式円ボイラー
バーナー数1

蒸気圧力×蒸発量
10kg/cm²×6,750kg/h

排ガスヒーター 1台

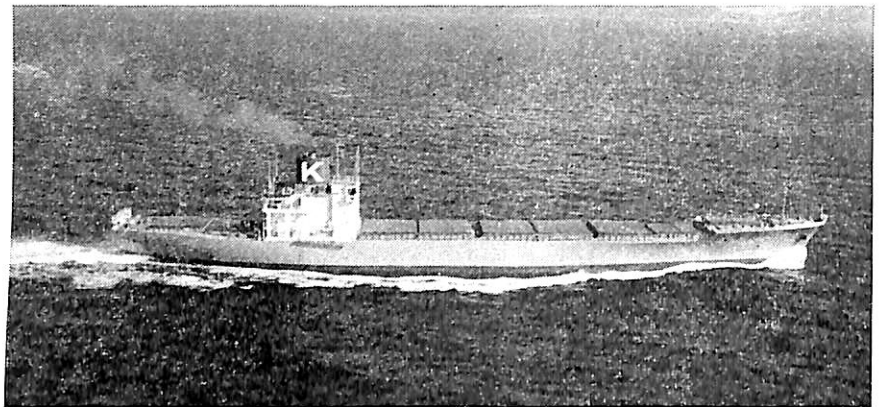
強制循環式予熱および過熱器付
蒸気圧力×蒸発量 4.5kg/cm²×7,000kg/h
過熱器出口温度 214°C

プロペラー 1基

エヤロfoil型6翼一体式 高マンガンアルミ
ブロンズ
直径×ピッチ 6,350mm×7,087mm

2.3 一般配置

本船は長船首楼をもつ平甲板船で、居住区および機関室を中央部よりやや船尾部に寄せた所謂セミアフト・ブリッジ型である。船尾部はトランサム型とし、後部上甲板面積を広くとることによってコンテナ積載能力を高めるとともに、船尾の係船装置の配置を容易にしている。また上甲板後部は船尾部の振動を考慮し、船尾突出部の剛性を増すためシャーによって隆起した構造としている。



本船は船幅の約80%近くを占める広い倉口を有しているので、倉口側部のコンテナ積みには有効でない部分は、できるだけ縦通隔壁で支切り、船体捩り強度を保つとともに、第2甲板上は通路兼通風ダクト・スペース（6番倉前半側部では貨物油タンク）、第2甲板以下は燃料タンク、バラスト・タンク等を有効に配置している。

コンテナ倉口端部の上甲板下には横方向にボックス・ガーダーを設け、横強度を保持するとともに、コンテナ部内に設けられたセル・ガイド支柱材の上部を支持する構造としている。

(a) コンテナ倉および積載コンテナ配置

コンテナ倉は6区画に分割され、1番～5番倉を機関室前方に、6番倉を機関室後方に配置している。1、2、3番倉、4番倉前部、5番倉後部および6番倉には、ISO規格20'コンテナを、4番倉後部および5番倉前部にはISO規格40'コンテナを高さ方向に最大6段、幅方向に最大7列搭載できる。

ハッチ・カバー上は高さ方向2段、幅方向8列とし、ISO規格20'コンテナまたは、40'コンテナのどちらでも積めるように計画されている。

ただし船首楼甲板にある1番ハッチ・カバー上には操船上の見透しを考慮して、コンテナの積載を見合せている。冷凍コンテナは冷凍機内蔵型40'コンテナとし、ハッチ・カバー上に2段積み、合計116個積載される。発電機はこれに必要な電力を供給できるだけの容量を有し、所要数の冷凍コンテナ用電線リセプタクルをハッチ・コーミングに設けてある。

本船の積載コンテナ数を次表に示す。

(1) 倉口蓋上に20'ドライ・コンテナと40'冷凍コンテナ混載の場合

ホールド番号	倉内		倉口蓋上		小計	
	20'コンテナ	40'コンテナ	20'コンテナ	40'コンテナ	20'コンテナ	40'コンテナ
1	18	—	—	—	18	—
2	34	—	24	—	58	—
3	58	—	32	—	90	—
4	76	42	32	16	108	58
5	82	42	32	16	114	58
6	48	—	48	—	96	—
合計	316	84	168	32	484	116

(2) 倉口蓋上に40'冷凍コンテナのみを積載の場合

ホールド番号	倉内		倉口蓋上		小計	
	20'コンテナ	40'コンテナ	20'コンテナ	40'コンテナ	20'コンテナ	40'コンテナ
1	18	—	—	—	18	—
2	34	—	—	12	34	12
3	58	—	—	16	58	16
4	76	42	—	32	76	74
5	82	42	—	32	82	74
6	48	—	—	24	48	24
合計	316	84	—	116	316	200

(注)

(1) 冷凍コンテナはすべて冷凍機内蔵の40'型で、倉口蓋上のみ積載する。20'コンテナおよび倉内40'型コンテナはすべてドライ・コンテナである。

(2) コンテナはISO規格の20'×8'×8'および40'×8'×8'である。

(b) タンク配置

(i) 貨物油タンク

1番倉下部および6番倉前半側部両舷(第2甲板～上甲板間)に合計約1,070m³の貨物油タンクを配置し、液体貨物の輸送もできるように計画されている。これらのタンクは隣接して設けられた貨物油ポンプ室内の専用ポンプにより、揚油およびタンク洗浄が行なえるようになっており、タンク加熱の自動制御装置を有している。

(ii) 減揺タンク

本船の船体中央部付近の4番倉と5番倉の間に上、中、下3層に支切られた減揺タンクを設け、船の横揺れによるコンテナ内荷物の損傷を防止し、定期運航を確実にするための速力の保持を計った。さらに必要に応じ、水バラスト・タンクとして航行時のホッピング状態の改善にも役立つように配置している。

(iii) ヒーリング・タンク

特にコンテナ積卸し中に生ずる船体横傾斜を調整し、荷役能率の向上を計るため機関室直前の5番水バラスト・タンクをヒーリング・タンクとし、片舷タンクより反対舷タンクへ移水できるように配管している。

(iv) 水バラストおよび燃料油タンク

種々なコンテナ積付状態に対応して、本船のトリムおよびヒールを適正に保つために、コンテナ倉部、二重底、船首および船尾タンク等にバラスト・タンクを適切に配置してある。特に外板損傷時のダメージド・スタビリティに対しても充分な考慮を払っている。

燃料油タンクは、予定太平洋航路を往復するに充分な容量とし、スタビリティを考慮して、二重底とコンテナ倉側部に配置してある。

(c) 居住区配置

本船では、各室の配置を機能階級によって甲板別に分け、同階級の居住はすべて規格化し、均一化した。すなわち機関室直上の上甲板区画は主として、作業室、倉庫にあり、2層目の部員甲板には部員居室、3層目の公室甲板には調理室、配膳室、食堂兼喫煙室、司厨員居室、士官居室およびその事務室を設けた。4層目の船長甲板には、船長、機関長の居室を主体に配置し、無線室および通信士官の居室も設けた。また電灯分電箱、バッテリー・チャージャー等を1室に集めた電気機器室を設け、保守、点検を容易にしている。この配置によって、居室は、熱源、騒音源から隔離され、居住性は極めて良好となった。さらに居室は、すべて個室とし、冷暖房を行なっている。

2.4 係船装置

揚錨機および係船機はすべて保守、操作の面で有利な電動油圧式を採用した。船首部に合計4個のホーサー直巻ドラム、1個のオートテンション機構付ワイヤ・ドラムを、また船首部には、同じくホーサー直巻ドラム4個、オートテンション機構付ワイヤ・ドラム1個を配置し、通常の場合には人力によるホーサー捲込、ボラードの固縛等の作業を必要としないよう計画されている。

本船の係船補機の要目は、つぎのとおりである。

揚錨機(ホーサー・ドラム2個付)	25t×9m/min	2台
自動係船機	10t×25m/min	2台
係船機(ホーサー・ドラム2個付)	10t×25m/min	2台

2.5 荷役装置

本船のコンテナ荷役はすべて岸壁のコンテナ専用ガントリー・クレーンによって行なわれるので、本船上に

は、クレーン、デリックブーム等の荷役装置もいっさい装備していないが、コンテナの積載、格納および固縛のために以下のような設備を持っている。

(a)セル・ガイド

倉内におけるコンテナの格納および積卸しを確実且つ容易にするため各コンテナ倉には、積載される各コンテナに合せてセル・ガイドを設けてある。

コンテナのセル・ガイドへの導入を容易にするためハッチ・コーミング部では、セル・ガイドを適当に開きエントリー・ガイドを形成させている。

(b)コンテナ固縛装置

倉内のコンテナはセル・ガイドによって保持されるので、固縛装置は備えていない。

ハッチ・カバー上に積載されるコンテナは、カバー上に取付けられたデッキ・ピースに嵌め込まれたうえ、着脱容易な固縛装置（コンテナのコーナー・フィッティングに嵌め込まれる金具、リビング・スクリュー、ペリカン・フック、ワイヤ・ロープ等による）により固着される。コンテナ相互間は、コンテナのコーナー・フィッティングに容易に嵌脱できるスタッキング・ピース、あるいはブリッジ・ピースにより固定される。

(c)ハッチ・カバー

本船は1番～3番倉に各1個、4番～6番倉に各2個、合計9個の倉口を有し、カバーはすべて鋼製水密ボルトンズン型で、岸壁クレーンによって開閉される。

各倉口のカバーは主として左右に分割され、1枚のパネルの重量は、岸壁クレーンの釣上げ能力35トンを越えないように設計されている。荷役の際、開放される倉口のカバーは、開放されないカバー上に積重ねられるのを原則とするが、ハッチ・カバー上に積載されたコンテナの上にも置くことができるよう考慮されている。

倉口の有効寸法

コンテナ倉	倉口	寸法(長さ×幅)
1番倉	1番倉口	13.490m × 8.280m
2	2	12.780 × 13.800
3	3	13.940 × 19.600
4	4	13.940 × 19.600
	5	13.120 × 19.600
5	6	13.120 × 19.600
	7	13.940 × 19.600
6	8	13.490 × 14.200
	9	13.540 × 14.200

2.6 コンテナ倉通風装置

機関室より前方にある1番～5番コンテナ倉は、両舷第2甲板上に機関室より船首楼内まで通じる全通の通路兼通風ダクトを有し、この通路の前端および後端に配置

された電動ファンにより右舷側より給気、左舷側より排気される。機関室後部の6番コンテナ倉では、機関室後部の6番コンテナ倉では、機関室側に配置された電動ファンによりコンテナ倉前端より給気され、6番倉後半側部第2甲板上の通路兼通風ダクトを通して、操舵室内に設けられた電動ファンにより排気される。

1番～5番倉に対しては、悪臭を発する生皮の積載を考慮して通風を特に強化している。

コンテナ倉通風ファン要目

軸流給気ファン	5.5kW × 2台
軸流排気ファン	5.5kW × 2台
軸流給気ファン	0.75kW × 1台
軸流排気ファン	0.75kW × 1台
シロッコ給気ファン	0.75kW × 1台
シロッコ排気ファン	0.75kW × 1台

3. 機関部

3.1 一般

推進機関として連続最大出力27,500PSの川崎MAN排気タービン過給器付K10Z93/170E型1基を装備している。常用出力は連続出力の85%、23,400PSで、燃料油は37.8°Cにおいて粘度レッドウッドNo.1 1,500秒以下の重質油を標準とするが、レッドウッドNo.1 3,500秒の重質油も使用できるように主機および燃料油関係補機器の容量は計画されている。

機関室内補機はほとんど電動で、これに必要な電力は排ガスヒーターにより発生した蒸気を使用する蒸気タービン駆動およびディーゼル機関直結駆動の3相交流発電機によって賄われる。

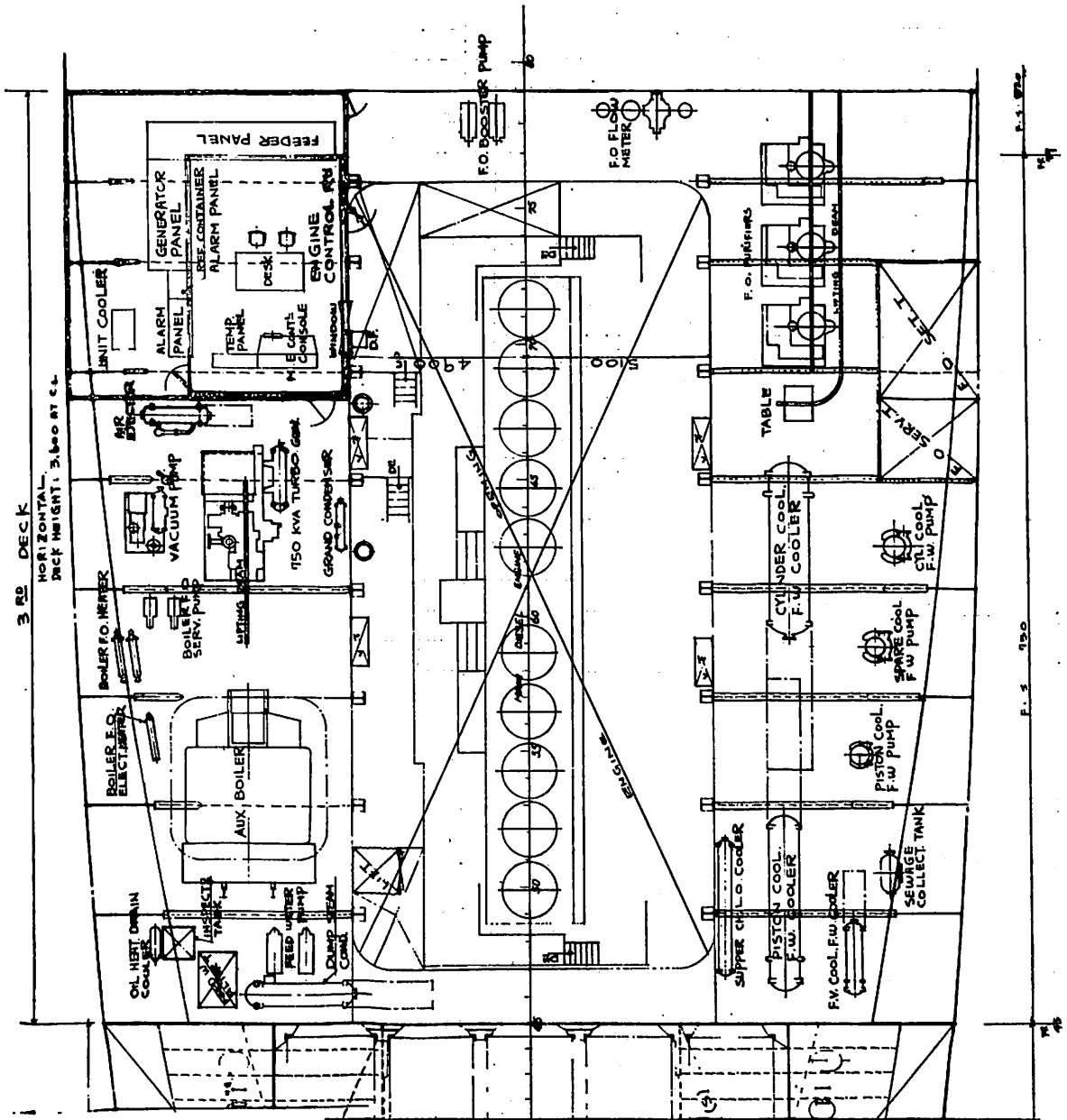
3.2 冷凍コンテナへの供給電力

本船の発電機は機関部主要目にて示されたとおり、タービン発電機1台、ディーゼル発電機3台を備えている。

冷凍コンテナを116個積載している場合において、通常航海時にはタービン発電機とディーゼル発電機2～3台を連続並列運転し、出入港時にはタービン発電機1台とディーゼル発電機3台を連続並列運転し、その需要電力を賄うよう計画されている。

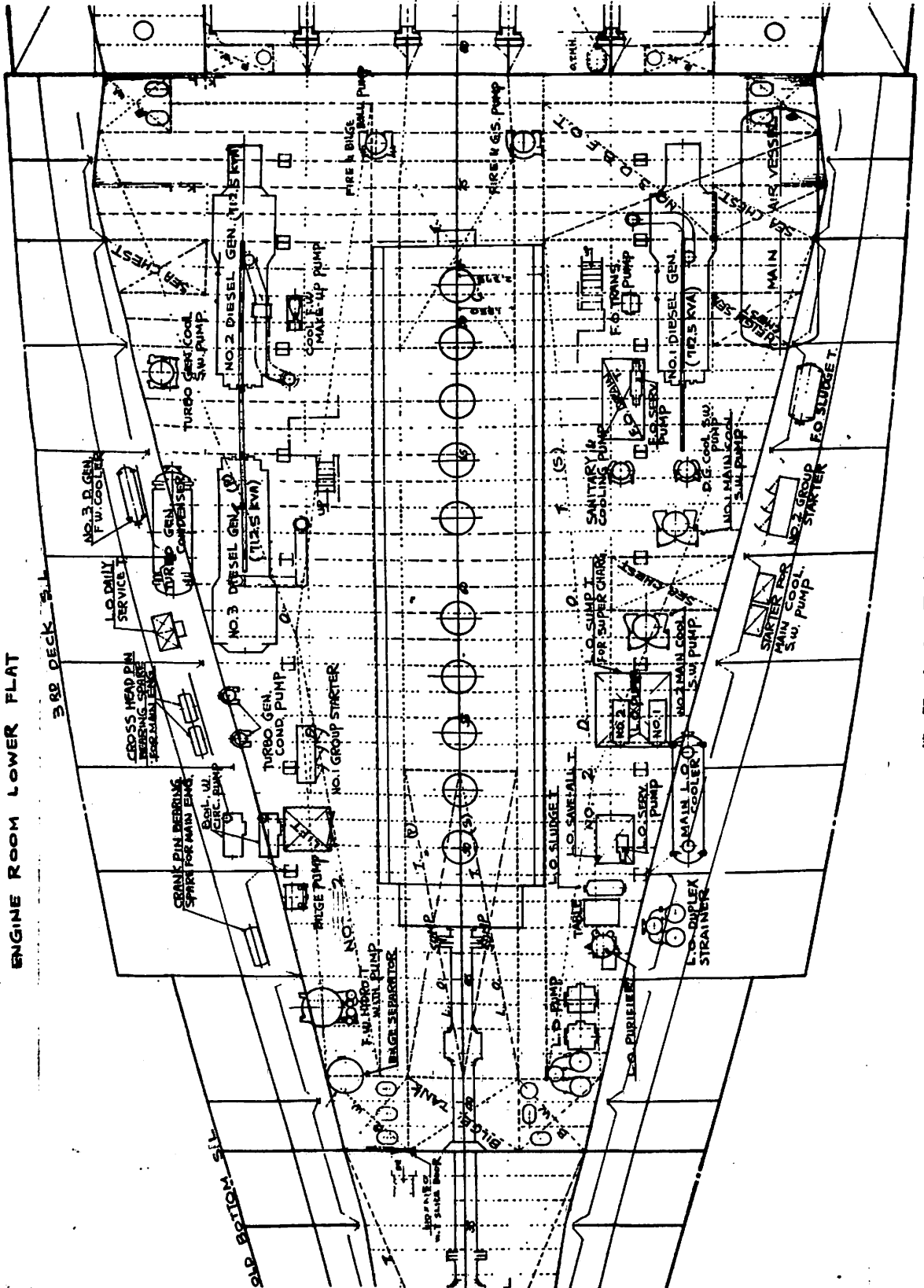
3.3 機関部制御室

第3甲板左舷に冷房および防音装置を施した制御室を設け、ここに主機遠隔操縦台、機器一般計器盤、各種警報盤、補機運転表示盤、冷凍コンテナ温度監視盤、配電盤等を合理的に配置している。ここで主機の遠隔操縦を行なうと同時に、必要な計器の集中監視ができる。また冷凍コンテナの温度を監視する装置を設け、乗組員の労力節減を計っている。



F. 3 130

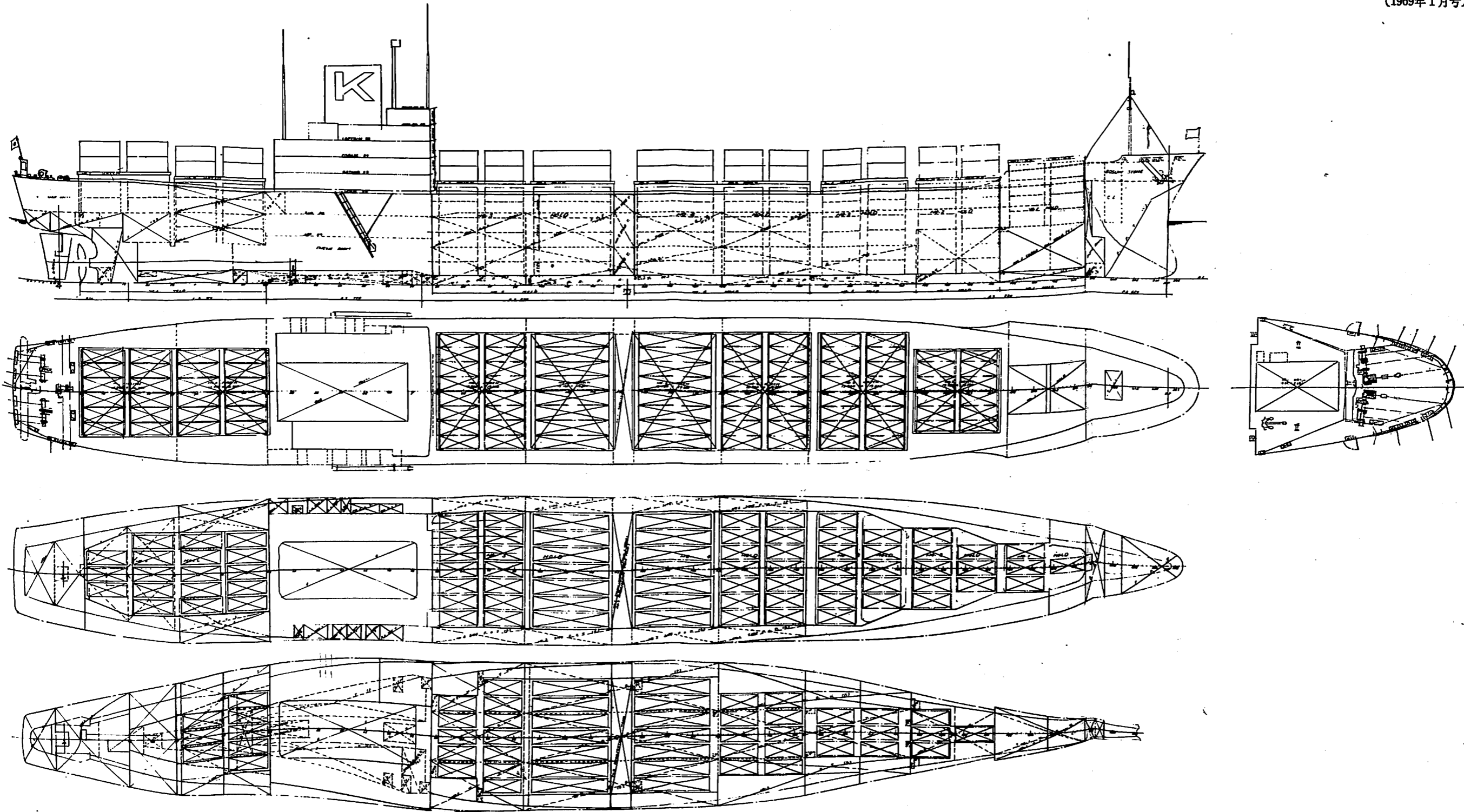
機関室配置図(1)



ENGINE ROOM LOWER FLAT

NO. 3 DECK

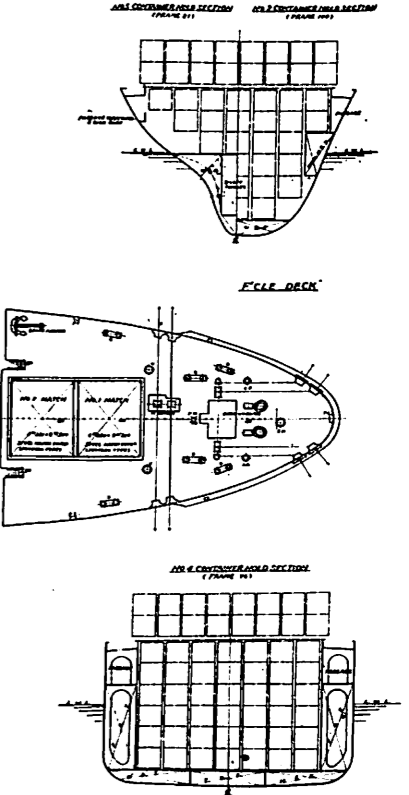
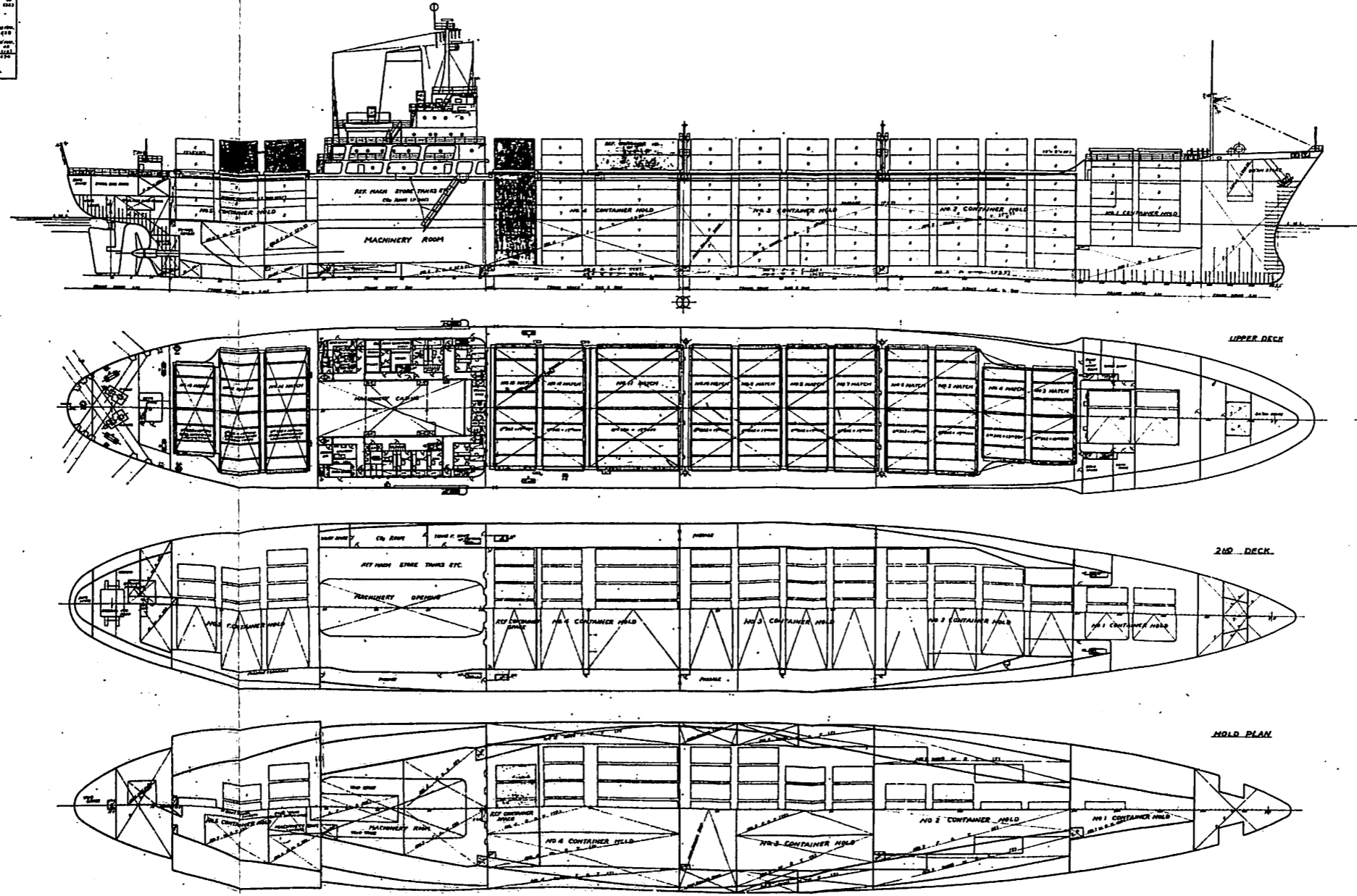
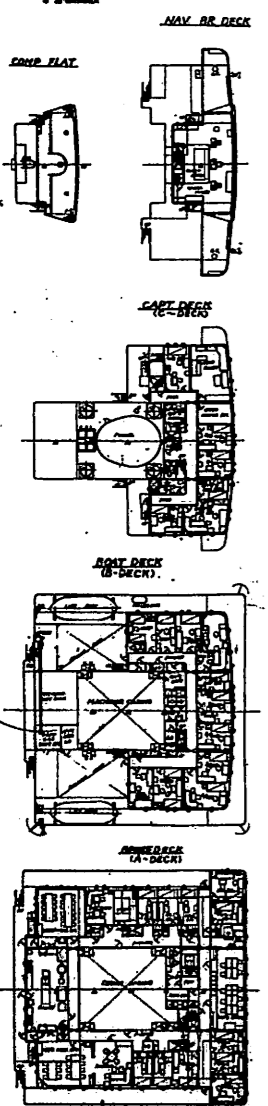
機関室配置(2)



こうるでん げいと ぶりっじ 一般配置図

CONTAINER LADING ARRANGEMENT - CONTAINER SHIP KAIYO MARU 15000-100

NO	BAY										TOTAL
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
UP DECK	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40
2ND DECK	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40
3RD DECK	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40
4TH DECK	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40
5TH DECK	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40
6TH DECK	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40
7TH DECK	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40
8TH DECK	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40
9TH DECK	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40
10TH DECK	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40
11TH DECK	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40
12TH DECK	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40
13TH DECK	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40
14TH DECK	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40
15TH DECK	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40
16TH DECK	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40
17TH DECK	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40
18TH DECK	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40
19TH DECK	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40
20TH DECK	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40
21TH DECK	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40
22TH DECK	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40
23TH DECK	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40
24TH DECK	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40
25TH DECK	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40
26TH DECK	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40
27TH DECK	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40
28TH DECK	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40
29TH DECK	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40
30TH DECK	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40
31TH DECK	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40
32TH DECK	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40
33TH DECK	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40
34TH DECK	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40
35TH DECK	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40
36TH DECK	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40
37TH DECK	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40
38TH DECK	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40
39TH DECK	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40
40TH DECK	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40
41TH DECK	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40
42TH DECK	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40
43TH DECK	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40
44TH DECK	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40
45TH DECK	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40
46TH DECK	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40
47TH DECK	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40
48TH DECK	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40
49TH DECK	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40
50TH DECK	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40
51TH DECK	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40
52TH DECK	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40
53TH DECK	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40
54TH DECK	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40
55TH DECK	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40
56TH DECK	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40
57TH DECK	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40
58TH DECK	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40
59TH DECK	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40
60TH DECK	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40



COMPLEMENT

DECK	ENGINE	DISPATCH
BOATSWAIN		
CARPENTER		
CUSTOMS		
DECKHAND		
ENGINEER		
GENERAL SERVICE		
GRAND TOTAL		

PRINCIPAL PARTICULARS

LENGTH O.P.	118.00 M
BREADTH M.P.	24.00 M
DEPTH M.P.	12.50 M
DEAUGHT LOADERAGE	9.00 M
DEAD WEIGHT	15,000 T
GROSS TONNAGE	24,000 T
SPEED 10.00 M.P.H.	10.00 M.P.H.
CLASS NO. 100/TANKER/CAPB/100/15	

加州丸 一般配圖

コンテナ船“加州丸”について

日立造船株式会社

1. 緒言

わが国にもコンテナ輸送の波がおし寄せ、本格的なコンテナ時代を迎えようとしている。このような中で、山下新日本汽船株式会社、大阪商船三井船舶株式会社、川崎汽船株式会社、ジャパンライン株式会社の4社でコンテナ・グループを作り、4隻のコンテナ専用船を共同運航させることとなった。これら4隻は神戸—東京—ロスアンゼルス—オークランド間に就航し、それぞれ1週間のタイムラグをもち、毎週定まった日に定まった港へ寄港する Weekly Service を目的とし、昨秋それぞれ運航を開始した。

日立造船株式会社では、これらの趨勢にかんがみ、かねてよりコンテナ船の設計、建造に関する研究開発を鋭意進めていたが、今回上記のグループ・シップの1隻として、山下新日本汽船株式会社のご注文で建造したのが「加州丸」である。

本船は LIFT-ON, LIFT-OFF のコンテナ専用船であり、当社因島工場にて昨年3月起工、10月末竣工後直ちに就航した。本船は27,600馬力という高出力のディーゼル・エンジンを搭載した高速船（最大速力26.152ノット）で、日本—米国間をわずか28日間で往復できるように計画されている。

またコンテナ荷役はコンテナ埠頭の専用クレーンにより行なうため、船上にはいっさい荷役設備を有していない。その他本船の特徴を以下に紹介する。

2. 船体部

2.1 主要目

船級	NK ; NS* MNS*
船型	長船首楼付平甲板船
全長	188.00m
垂線間長さ	175.00m
幅(型)	25.70m
深さ(型)	15.30m
吃水(型)	9.10m
満載排水量	23,990kt
載貨重量	15,014kt
総トン数	16,626.18T
純トン数	9,282.25T

試運転最大速力	26.152kn
満載航海速力	22.5kn
航続距離	16,700浬 (31日)
定員	35名 (旅客2, 見習2, 予備5を含む)
コンテナ搭載数	
甲板	上212個 (20'型196個, 40'型16個)
船内	462個 (◇ 420個, ◇ 42個)
計	674個 (◇ 616個, ◇ 58個)
(なお甲板上64個および倉内40個の冷凍コンテナが搭載可能である。)	
燃料油タンク容積	3,096.39m ³
清水タンク容積	428.81m ³
バラストタンク容積	5,036.64m ³

2.2 一般配置

セミアフトに機関室を配し、長船首楼を有する平甲板船型単螺旋ディーゼル機関駆動である。船型は日立造船独自の研究による球状船首付の高性能船型を採用した。

コンテナ船は大部分を占める20'×8'×8'のコンテナを格納するのに最も適したように計画され、機関室前部に4船(13行)、後部に1船(3行)を配置し、船体中央部において7列6段積みとなっている。このうち機関室直前部1行6段に内蔵型冷凍コンテナ40個を搭載できるようになっており、前方の一般コンテナ船との間は木壁で仕切っている。また船首より数えて11行目が40'×8'×8'コンテナ専用船で、42個搭載できる。

甲板は一層のみ全通している。第1コンテナ船後部より機関室後端隔壁まで、上甲板直下両舷船側部に箱型縦桁を通し、内部は通路となっている。機関室より後部に通じる通路は第5コンテナ船内船側の右舷にのみ設けてあり、囲壁はない。

甲板にはコンテナ船を除くハッチ・カバー上に20'×8'×8'コンテナ8列2段積みができるようになっている。前部3, 4行目、後部16行目はそれぞれ6列2段積みとなっている。このうち前から11行目は40'×8'×8'コンテナ専用となっている。また前より5行目から10行目までおよび12, 13行目には、40'×8'×8'のコンテナも積めるようになっている。11行目および機関室直前1行、機関室直後の2行には冷凍コンテナが積めるようになっている。

船首尾端には船首尾タンクが各々設けてあり、バラス

ト水槽となっている。コンテナ艙下および機関室下の二重底は、燃料油槽、バラスト水槽、潤滑油槽、ビルジ槽が配してある。また前後部を除いてコンテナ艙船側部は二重船殻構造を採用し燃料油槽およびバラスト水槽となっている。船体中央部（第3コンテナ艙後部）には、二重船殻構造および二重底を利用した日立造船式アンチロー重リングタンクが配置してある。

2.3 船殻構造

コンテナ荷役効率上幅広の艙口を採用しているため、船体の強度確保には、種々の実験を行ないながら十分な配慮がなされた。

上甲板直下両舷船側部に、第1コンテナ艙後部より機関室後端隔壁に通じる縦通箱型桁を設け、この構造を利用し、中央部の船側部は二重船殻構造となっている。

前後部を除いて、船側、上甲板、船艙内底部および底部は縦肋骨式とし、他は横肋骨式としている。上甲板艙口間の狭部には、横置箱型梁を設け船体を強固にしている。

コンテナ艙内にはコンテナ格納のために、各コンテナ格納位置の4隅にガイドレール（セルガイド）を直立させている。鋼板溶接製のH型梁柱を艙口間横置箱型梁の下端より、内底板まで直立させ、その両面に高さ方向に約4フィート間隔で、凸型肘板を取付け、これに片面2本の等辺山形鋼を溶接、これが前後両隣の4個のコンテナの各一隅のガイドレールとなるような構造になっている。ガイドレール取付のH型梁柱下端には集中荷重がかかるため、結合部の内底板は二重張とし、二重底内にも集中力を支え得るように工夫がしてある。

隔壁はコンテナ艙配置に合わせて、7枚の横置水密隔壁としている。隔壁は上甲板まで達しており、機関室前端隔壁が波型構造となっているほかは、すべて堅防焼材付平板構造となっている。

機関室については、強度の連続性、剛性等に注意を払い、振動、強度、衝撃を十分考慮した構造となっている。

また上部構造についても、柱等はできるだけ上下方向にも連続させ、十分な耐振装置としてある。

第3コンテナ艙後部に日立造船式アンチローリングタンクが設けてある。これは二重船殻構造を堅管とし、二重底を横水平管として利用してあり、二重底の中心線桁板および側桁板には、所要面積の穴があけてある。両舷の堅管を結合する空気連結管は、横置箱型梁の内部を通し、調節用ダンパーは操舵室より遠隔操作される。性能に関しては処女航海の際に実船実験を行ない、予期したとおりの成果をおさめることができた。

2.4 船体塗装

(1) コンテナ搭載関連設備について

荷役はすべて専用のコンテナ・ターミナル設備によるため荷役設備はいつさい船上にはない。

コンテナ艙内は前述のセルガイドが設けてあり、艙内内張、船底内張は施工していない。各艙内には、排気機助通風装置が設けられているが、特に第2番コンテナ艙にはハイド（牛皮）コンテナを積載する場合を考慮し、ハイドの腐敗防止のため他のコンテナ艙に比し大きな容量をもつファンが装備してあり、また第4番冷凍コンテナ艙には夏季艙内の温度上昇の排除を考慮し、給排機助通風装置を設けている。

通風機要目

No. 1 コンテナ艙	70m ³ /min	Exh. Fan×2
2	150	◇
3	70	◇
4	50	◇
4 冷凍コンテナ艙	150	◇
4	300	Supply Fan×1
5	50	Exh. Fan×2

コンテナ艙出入口用ハッチは上甲板上には設けず、艙内への出入は甲板下通路より行なう。

曝露甲板コンテナ艙ハッチ・カバーは鋼製水密ポンツーン型であり、開閉操作はコンテナ・ターミナルの荷役設備により行なう。第1および第5コンテナ艙は、1行につき1枚、第2、3、4コンテナ艙は2行につき2枚の縦割りとなっている。ハッチ・カバーは開放した後、他のいずれのハッチ・カバー上またはコンテナ上にも格納することができる。ハッチ・カバーは周囲にパッキンを設け、締付クリートにより水密を保つようになっている。また第1コンテナ艙ハッチ・カバーを除く他のハッチ・カバーはコンテナ2段積み要充分耐え得る設計となっている。ハッチ・カバー上面には甲板積みコンテナ位置決め金具、ハッチ・カバー吊下げ用金具およびラッシング用金物が取付けてある。また取外し式コンテナ位置決め金物を装備することにより、20'×8'×8'および40'×8'×8'いずれのコンテナも搭載可能となっている。

上甲板上コンテナ（ハッチ・カバー上搭載）には、船体運動に十分耐え得るように設計された固縛装置により固定される。すなわち1段目のコンテナはハッチ・カバー上の中間およびコーナー金具（ロック付）により位置決めおよび固定を行なう。2段目コンテナは1段目の上部隅金具に挿入の積み重ね金具（ロックなし）上に載せる。2段目コンテナはコンテナ・ラッシング装置にて、上部隅金具上面からフックをかけ、垂直方向に固縛し、コンテナ列間は上段のコンテナ上部隅金具上面に連結金

具を挿入し、左右の連結を行なう。

コンテナ・ラッシング装具は、取扱い容易なりギングスクリュー、フックおよびシャックルを備えたワイヤ・ロープで構成されており、甲板積みコンテナ1段積みの場合、8'高さまたは8'-6'高さのコンテナにも使用できるようにワイヤ・ロープの長さを調整できる機構となっている。

冷凍コンテナ冷却装置は、船内は水冷式で冷却水は海水循環方式による。船内には必要な配管が施してあり、配管中ホース継手等からの漏水を感知するために膨張タンクに低水位警報器が取り付けられている。

甲板上は空冷式であり、電気配線コンセントのみ設備してある。

(2) 消火設備

甲板洗滌管と兼用の海水消火管を設け、所要の消火栓および消防用布ホースノズルを備え、また国際陸上施設連結栓1個も備えている。

操舵機室内リセスにはディーゼル駆動の非常用独立消防ポンプ1台が装備してあり、上記の甲板洗滌兼消防管へも配管してある。

各コンテナ艙、塗料兼灯具庫に対して自動警報付遠管式火災検知兼炭酸ガス消火装置が設備され、これらの検知キャビネットは操舵室に置いてある。

機関室に対してはトータル・フラッシング式炭酸ガス消火装置を設備するほか、急速放出装置付ホース・リール2本を備えている。上記に対し、所要数の炭酸ガス瓶(45.4kg入)がCO₂室内に配置してある。その他持運び式消火器等関連法規を満足する消火器具を備えている。

(3) 救命設備

木製二重張 (35名乗) 2隻

(1隻はモーター付, 1隻はオール式)

救命艇用ダビット (トラックウエイ重力式) 2組

甲種膨脹式救命筏 (20名乗) 1隻

救命胴衣 35個

救命浮器 8個

自己点火灯 4個

自己発煙信号 3個

救命索発射器 1組

(4) 甲板機械

揚錨機兼係船機 (電動ポールチェンジ式) 1台

(2ドラム) 31/11t×9/20m/min

係船機 (電動ポールチェンジ式) 1台

(2ドラム) 11t×20m/min

係船機 (電動ポールチェンジ式)

(2ドラム, 1ワーピング・ドラム) 11t×20
m/min 2台

操舵機

ブルーニング式 (2ラム, 4シリンダー, 2ポンプ)

52kW油圧ポンプ×2 (最大トルク170t-m) 1台

3. 機関部

3.1 概要

機関室はセミアフトに配置され、主機関は日立 B&W 1284-VT 2 BF-180型 1台で、1個の推進軸系に直結している。この主機関は最大出力27,000PS (114rpm)、常用出力で22,080PS (106rpm) の高出力である。

発電機は、ターボ発電機1台およびディーゼル発電機2台、計3台を装備している。冷凍コンテナを使用しない航海時にはターボ発電機1台で電力をまかない、停泊時にはディーゼル発電機1台にて、電力をまかなう。出入港時はターボ発電機とディーゼル発電機計2台を使用し、ウインドラスまたはムアリング・ウインチ使用の際にも2台の発電機で所要電力がまかなえるようにしている。冷凍コンテナ使用の航海時および荷役時はターボ発電機およびディーゼル発電機の2台並列運転でまかなう。なおディーゼル発電機には遠隔起動装置が設けてあり、主機負荷が急低下する場合には、急速に起動させるようになっている。

蒸気発生装置としては、補助ボイラー (立水管式日立フレミング・ボイラー) 1台および排気ボイラー (強制循環ベアチューブ式) 1台を装備している。補助ボイラーは出入港時にターボ発電機タービン駆動時の所要蒸気、燃料油の加熱および暖房用加熱蒸気を供給する。排気ボイラーは、常用出力で冬季航海時、冷凍コンテナなしの場合の必要電力をまかなう時のターボ発電機タービン駆動用、低質燃料油加熱および雑用の所要蒸気を供給するようになっている。

推進関係補機および機関補機はすべて電動式となっている。

機関室中段左舷には防音装置、冷房装置 (パッケージ形) およびラジエーターが設けられた機関制御室がある。この制御室で主機の発停、前後進切換、出力および回転数制御その他主機関関係およびディーゼル発電機関係の遠隔制御が行なわれるようになっている。

自動制御装置が補助ボイラー重油噴燃装置、補給水系統および排気ボイラー余剰蒸気系統等についている。ま

一船の科学

た主機補機関係の潤滑油、冷却水、燃料油の温度を自動的に制御する装置、補助ボイラー水位および澄タンク、汽水分離器等の液面の自動制御装置、清水ポンプ、主機空気圧縮機、糧食庫用冷凍機、燃料油移動ポンプの自動発停装置、主機燃料供給ポンプ、主潤滑油ポンプ、ターボチャージャー用潤滑油ポンプ等の自動切換補機等が設けられている。

3.2 機関部要目

(1) 主機関

日立 B&W 1284—VT 2BF—180型 1基
(立単動2サイクル無気噴油クロスヘッド形過給機付自己逆転ディーゼル機関)

出力×回転数(最大) 27,600PS×114rpm
(常用) 22,080PS×106rpm

(2) 軸系

中間軸 610mmφ×6,000mm×2
プロペラ軸 708mmφ×9,000mm×1

(3) プロペラ

形式および数 エロフォイル断面5翼一体式 1基
直径 6,600mm
ピッチ 6,645mm
展開面積比 0.6940
材質 Ni—Al—Bc

(4) ボイラー

補助ボイラー 日立フレミングボイラー No.9¹/₂P 1基
蒸気圧力 10kg/cm²g (飽和温度)
制限圧力
蒸発量 7,400kg/h
排気ボイラー フィンド型 1基
蒸気圧力 8.5kg/cm²g (飽和温度)
蒸発量 6,850kg/h

(5) 発電機

ターボ発電機 1基
AC 450V 60c/s 750kVA×1,200rpm
ディーゼル発電機 2基
AC 450V 60c/s 825kVA×600rpm
同上原動機 日立 B&W 626 MTB—40 2基
出力×回転数 990PS×600rpm -

4. 電気部

4.1 1次電源装置

750kVA のターボ発電機1台および825kVAのディーゼル・エンジン駆動の発電機2台、計3台を装備し、連続並列運転可能となっている。これら発電機使用につい

ては前記機関部に示すとおりである。

照明電灯および小形電気機器などの AC100V 電源用として1次側450/445/440V, 2次側105V, 容量40kVA の乾式変圧器3台があり、また内蔵冷凍コンテナ用として1次側が450/445/440V, 2次側225V, 容量は250kVA 200kVA, 150kVA の3種の乾式防滴形変圧器があり、装備数は250kVA, 150kVA各々3台および200kVA 4台である。

その他船首部照明灯用として容量7.5kVA の変圧器1台がある。

蓄電池灯および船内通信警報用として2組、無線装置非常電源用として1組の船用鉛式(クラッド式)DC24V, 容量200Ahの蓄電池が装備され、またフローティング充電方式によるデッドフロント形充放電盤および充電器も備わっている。

4.2 配電装置

特に振動に留意した強固な構造の主配電盤1基が機関制御室に装備してあり、発電機および陸上電源からの電力を受電し、船内負荷に給電する。

大容量電動機、舵取機用電動機、航海灯および無線装置に対しては、主配電盤より直接給電する。小容量電動機および艙室関係小形電気機器に対しては、主配電盤より動力区電箱または集合起動器盤を経てそれぞれ別配線で給電する。航海計器および船内通信装置は主配電盤よりそれぞれ専用の区電箱および分電箱を経て給電する。照明電灯装置へは、機関室、居住区等に大別し、それぞれ分電箱を経て給電する。内蔵形冷凍コンテナ装置は3群に大別し、それぞれ専用の分電箱を経て給電する。

4.3 照明装置

一般照明は使用目的、設備場所、構造上不適な場所を除いて、すべて蛍光灯を採用してある。上甲板照明はそれぞれの用途により水銀灯および白熱灯を使用してある。一般に器具の形式は居住区画ならびにこれに準ずる場所には非防水形を、機関室、艙室、洗濯室、倉庫ならびにこれに準ずる場所には防滴形を、曝露甲板、浴室、便所ならびにこれらに準ずる場所には防水形を、引火性ガスが集積する恐れのある場所には防爆形がそれぞれ使用してある。

甲板上コンテナ固縛作業用として、船橋前方上甲板の上に4基の照明用ポストがあり、白熱防水形フレクター式照明灯が取付けてある。コンテナ船内用としては移動式白熱灯が取付けられるように各艙6個の接続座がある。

4.4 航海計測装置

無電圧警報器、コースレコーダー、レピーター等を設

けた転輪羅針儀1式が装備され、デュプレックス形自動操舵装置にもレピーター回路が配線してある。なお自動操舵装置は、操舵スタンドに装備の切換器により、手動|自動一応急の各操舵が行ない得ようになっている。レーダーはリラティブモーション式が2台あり、転輪羅針儀のレピーター回路が指示器内真方位指示装置に配線してある。

その他に音響測深儀、電気式圧力測程儀、自動グニオメーター式方位測定機、気象模写受信機、ロラン受信機、電気式風信機各1台を装備している。

4.5 船内通信警報および計測装置

つぎのような機器を装備している。

(1) 船内相互通信装置

- 共電式電話装置
- ベーシング装置付30回線自動交換式電話装置
- 当直員呼出用インターフォン
- 信号電鐘
- エンジンテレグラフ
- テレグラフロガー
- 拡声装置
- 荷役連絡用 VHF 無線電話
- 空気気笛および蒸気気笛制御装置
- 通信制御盤

(2) 警報装置

- 非常警報
- 冷凍室危急信号
- 煙管式火災探知装置
- CO₂ 放出警報
- 機関室警報表示

(3) 計測装置

- 主機回転計
- 主機ターボチャージャー回転計
- 舵角指示器
- 電気式温度計
- ボイラー温度計
- 水晶時計

4.6 無線装置

本船適用の各規則、その他最近の関係諸規則、通牒、告示に適合したつぎのようなものを装備している。

主送信機	出力1kWの中波短波送信機	1台
	出力1.2kW SSB 送信機	1台
補助送信機	出力75W	1台
受信機	全波用	1台
	SSB 兼用全波受信機	1台
補助受信機		1台
VHF 国内船舶電話装置		1式

無人機関室高速冷凍運搬船珠洋丸初航海

—前川製作所の冷凍機設備—

EO方式を採用した大洋商船の高速冷凍運搬船「珠洋丸」(3,400GT)は、12月1日北洋に向け「すり身」運搬のため、初の航海に出航した。

同船はEO(エンジンルーム・ゼロ)、すなわちエンジンルームに当直員をおかずに航行できる方式を採用して、主機関、発電機、冷凍機を自動化し、異常が生じたときには警報される仕組みになっている。このEO方式は西ヨーロッパ諸国ではすでに盛んに使用されているが日本では最初の試みであり、冷凍機部門を担当した株式会社前川製作所でも、冷凍液にフロン22を使って冷凍能力と安全性を高めるとともに、この自動化に対処する数々の技術を駆使している。

1. 多目的冷凍運搬船として、バナナなどの動力増大を必要とする場合に冷凍機の気筒制御を自動的に行ない、電動機は常に適当な余裕をもっていること。
2. 前川製作所実用新第841789号の自動給油装置で無人給油。
3. フロン22の液バックと油戻しは特に研究された自動液および油戻し装置を設備。

4. すべての温度、圧力、警報はモニターにより監視され、定時刻に自動的に記録されること。
などが特徴としてあげられる。

乗組員の生活環境を改善するとともに、搭載貨物(冷凍貨物)の完全が期される日本水産界待望の冷凍運搬船としてその成果が期待されている。

珠洋丸の冷凍設備概要

マイコンR-22圧縮機、前川製作所製 F8B2型	
63冷凍屯 電動機 85kW直結	4台
R-22コンデンサー	182m ² 3基
冷却水ポンプ	220m ³ /h×19kW 2台
ブラインクーラー	250m ² 3基
ブラインポンプ	200m ³ /h×3kW 3台
自動液および油戻し装置	3組
自動給油装置	4組
床置型エア・クーラー	12基 合計冷却面積 2,740m ²
エア・クーラー用軸流送風機	2段速度 2.2kW 69台
濃縮ブラインによるデフロスト装置およびブライン濃縮装置	1式
オゾン発生装置	1式
炭酸ガス検知装置	1式
R-22漏洩自動検知装置	1式

コンテナ専用船「ジャパンエース」について

石川島播磨重工業株式会社
相生第一工場 造船設計部
機関機装設計部

1. まえがき

本船は23次計画造船としてジャパンライン株式会社のご注文により、当社相生第一工場において、昭和43年2月9日起工、同年5月18日進水、同年11月8日に竣工したリフトオン／オフ形超高速コンテナ船であり、ジャパンライン、大阪商船三井船舶、川崎汽船、山下新日本汽船の4社グループによって協同運航され、神戸―品川―オークランド―ロスアンゼルス間を28日で一周し、ウィークリーサービスを行なっている。

2. 主要寸法など

船種	リフトオン／オフ形コンテナ船	
船形	長船首楼付平甲板船、準船尾機関および船橋形	
船級	NK, NS*, MNS*	
全長	188.00m	
垂線間長	175.00m	
型幅	25.20m	
型深	15.30m	
計画型吃水	8.95m	
最大型吃水	9.70m	
載荷重量(最大型吃水にて)	15,819kt	
総トン数	16,528.74T	
純トン数	9,260.70T	

コンテナ搭載個数

	ISO20'形 (8'×8'×20') (ドライ)	ISO20'形 (8'×8'×20') (冷凍)	ISO40'形 (8'×8'×40') (ドライ)
甲板上	234	(56)	
貨物倉内	412	(46)	42
合計	646	(102)	42

なお、()内の数字はISO20'形(ドライ)の数に含まれている。上記の数を20'コンテナに換算すると730個積み相当する。

燃料油槽容積(A重油)	301.0m ³
(C重油)	2,585.6m ³
脚荷水槽容積	5,526.2m ³

航海速力(計画運航吃水, 運輸省方式)	22.8kn	
試運転最大速力(40%載貨状態にて)	26.03kn	
燃料消費量	86kt/day	
航続距離	16,650浬	
乗組員	士官 10名	部員 16名
	予備 4名	旅客 2名
	その他 4名	計 36名

3. 一般計画および配置

甲板上のコンテナの波浪による損傷を防ぐために船首楼は長船首楼とし高さをコンテナ2段分の高さとし、機関室はコンテナを最も多く積み得るよう検討した結果、準船尾に配置した。

貨物倉は5倉としNo.1~No.4貨物倉を機関室の前面に、No.5貨物倉を機関室の後面に配置している。コンテナは船体中央部において、貨物倉内7列6段、ハッチカバー上8列2段となるよう計画している。No.4貨物倉の前半部はISO40'形コンテナ専用としており、No.5貨物倉の前半部にはISO20'形冷凍コンテナを46個搭載できる設備をそなえている。

コンテナの積付個数は「主要寸法など」の項に示すとおりであるが、No.4~No.10ハッチカバー上にはISO40'形コンテナも搭載できる。また、No.6~No.9ハッチカバー上にはISO40'形冷凍コンテナを56個搭載できる設備をそなえている。

将来40'形コンテナの使用が増加して同コンテナの搭載個数をふやしたい場合、最小限の改造ですませることができるようその構造を考慮している。すなわち、各隔壁間(水密および非水密隔壁)の中央部にあるH形ビラを後部に移すだけで済むようにしている。

船側は二重船殻構造とし上甲板の直下を通路とし、その下を上部船側タンクおよび下部船側タンクの2層に分け、上部船側タンクをバラストタンク、下部船側タンクを主に燃料油タンクとして使用し、二重底バラストタンクを含めてバラストの移動により船の重心位置の調節が容易にできるよう考慮している。

船の横動揺を減少させてコンテナの損傷を防ぐために上部船側タンクの一部に大小2個のアンチローリングタ

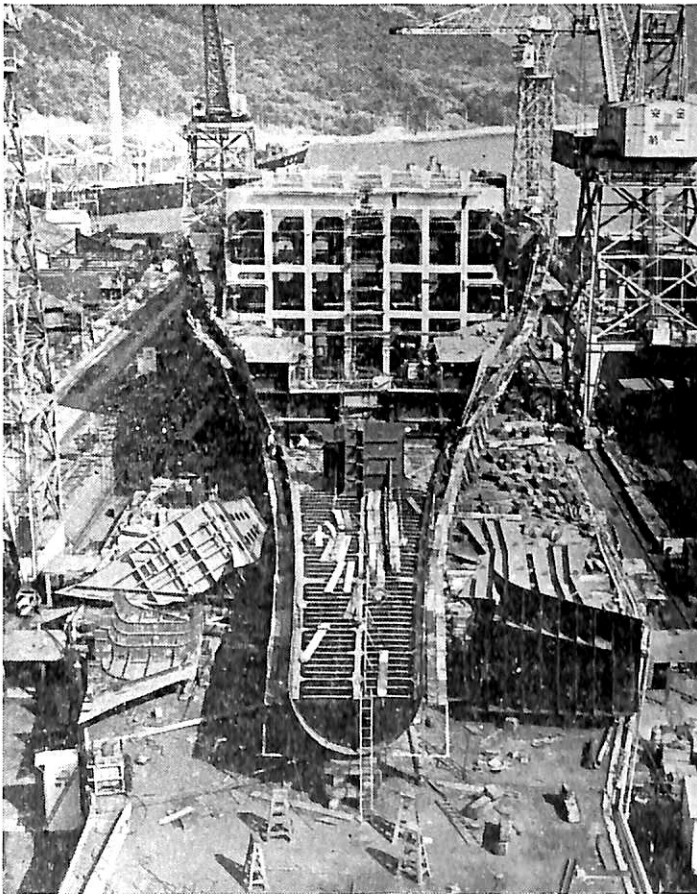
ンクを設けている。この大小2組のタンクを組み合わせることで作動させることにより14秒—28秒の広い範囲の動揺周期に対して有効に作動するよう計画している。

なお、本船はNKの「特に吃水の浅い船に対する内規」を適用している。

4. 船型

本船の線図作成にあたっては、その航海速力がこれまでの大形一般商船においては経験したことのない22.8knという高速を要求されたため、経済的な最適船型の決定には慎重を期した。コンテナ専用船を設計する場合、高速船として最適な瘦せた船型とすること、コンテナの積付個数をできるだけ多くする船型とすることは相反する点があるが、本船においては水線以下を速力に重点をおいた船型とし、水線上は積付け本位に考えて許されるかぎりフレアを大きくする線図とした。

5. 船体構造



建造中のジャパンエース

船体中央部は二重船殻構造とし、上甲板船側部直下には強固な箱形桁を設け、これらをできる限り前後部に延長しているが、船が瘦せ型であるため、船首尾貨物倉まで縦通隔壁を全通させることはコンテナの格納に不利となるので前後部は二重船殻構造としていないが、縦通材の連続性を失わない構造としている。

隔壁は主として横強度およびねじり強度を考慮して、水密隔壁のほかには非水密隔壁を適宜設け、20' コンテナ2個ごとに隔壁がはいる構造としている。さらに各隔壁上部のクロスデッキの部分に強力なボックスビームを設けている。

6. 船体艦装

6.1 荷役装置

本船はコンテナの積卸しをコンテナターミナルの岸壁クレーンで行なうので、コンテナ用荷役設備は装備していない。

機関室部品の搬入搬出のために4.5ton 電動トローリーを右舷側に装備している。これは糧食の積込みにも利用することができる。また左舷側から糧食を積込む場合にそなえて0.5ton 電動トローリーを装備している。

船橋甲板両舷には雑用兼ホースダビットを設け、エヤモーター駆動ウインチにて操作するよう計画している。

6.2 コンテナ積付け設備

(1) セル構造

セル構造はつぎのような船の動揺を基準として設計されている。

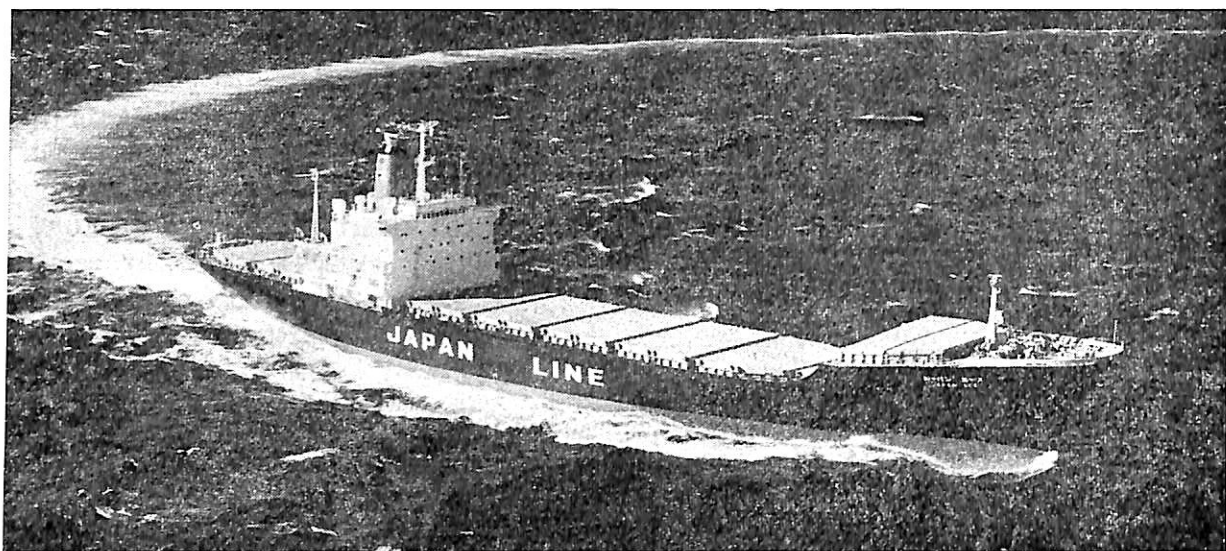
横揺角 30°、同周期 13秒

縦揺角 6°、同周期 7秒

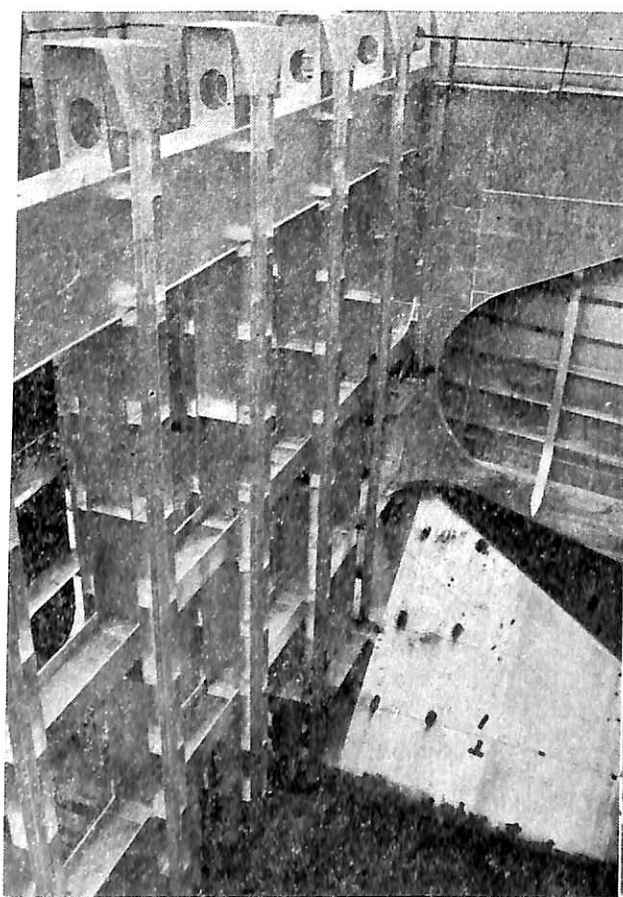
上下揺周期 9秒

セル構造は150mm×150mm×15mmtアングル、およびエントリーガイドより構成され約1.2m 間隔でセルガイドに取付けられたブラケットによってH形ピラーまたは横隔壁に強固に取付けられている。

セルガイドとコンテナとの間隔は船首尾方向が、コンテナ1個に対して38mm、横方向が26mmとし、その精度を+0、-6mm以内に保つよう計画したため、工作面において非常に高い精度が要求された。そのためにセルガイドの船内への取付けには特殊な治具を用い、セルガイドアングル2本とブラケットとを小組立したものを治具の4隅に取付け、



公式運転中のジャパンエース

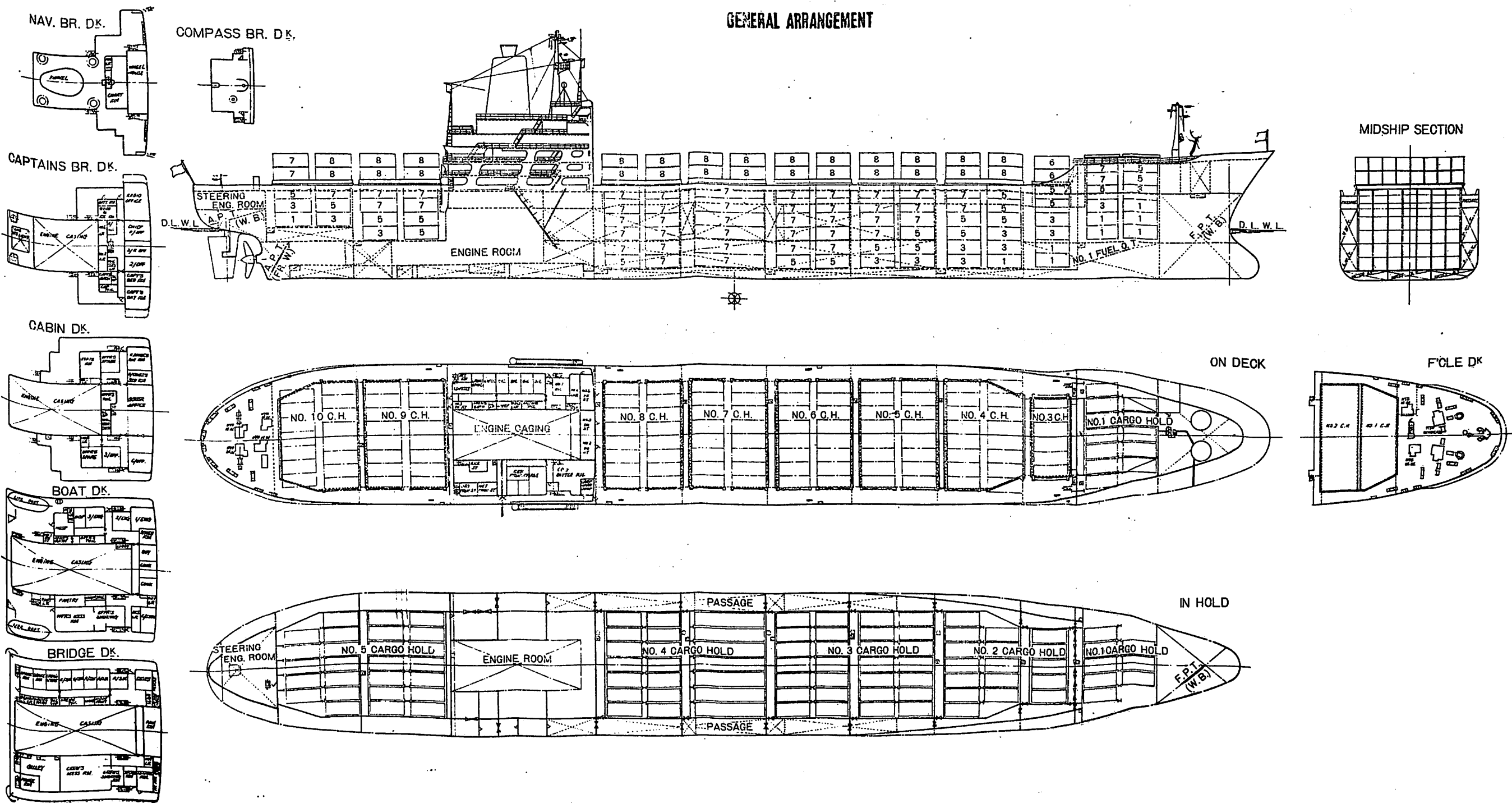


セル構造

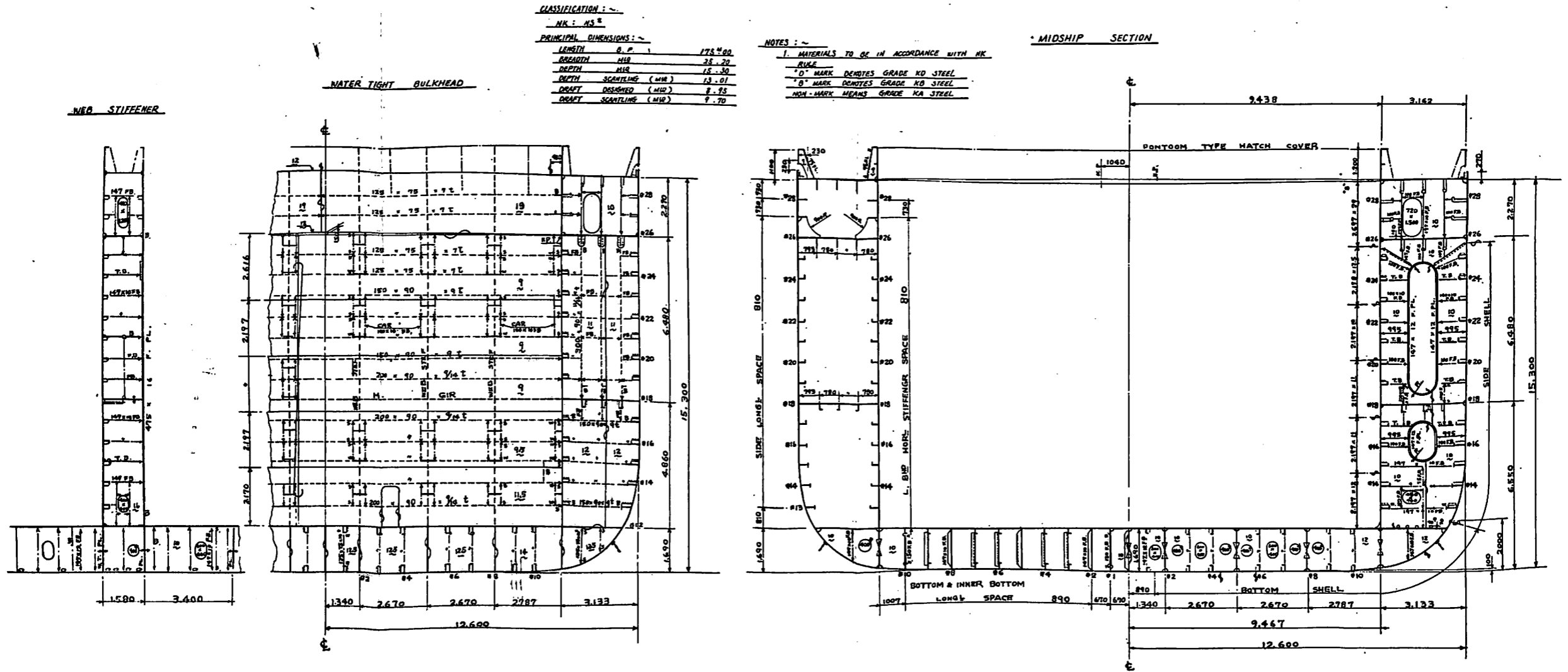


コンテナ荷役中

GENERAL ARRANGEMENT



ジャパン エース 一般配置図



ジャパンエース 中央断面図

そのまま船殻構造に溶接するだけで所定の精度が得られ、しかも工数が節減される方法を採用し、所定の目的を達成することができた。

(2) ラッシング装置

No. 3 ハッチカバー上には ISO20' 形コンテナが、No. 4~No. 10 ハッチカバー上には ISO20' 形または ISO40' 形コンテナが 2 段積みできる よう 計画され、コンテナの位置決めと移動防止のためにデッキコーン（ロック装置なし）がハッチカバー上に設けられ、2 段積用としてスタッキングアダプターを、コンテナの横方向の連結のためにブリッジフィッティングをそれぞれ支給している。

ラッシングロープは直径 22mm の鋼索、フック、シャックル、リギングスクリュー等から構成され、バーチカルラッシングによりコンテナの移動、転倒を防ぐよう計画している。

ラッシングロープの強度はセル構造と同一動揺条件において十分強度であるように計画している。

40' 形コンテナについては ISO 規格外のもの、すなわち高さが 8'-6" のものを搭載する機会が多いので、その場合でも同一ラッシングロープが使用できる よう 計画している。なおハッチカバー上のコンテナへの交通は軽合金製の持運式梯子によって行なわれる。

6. 3 ハッチカバー

鋼製水密ポンツーン形で、一枚の制限重量をコンテナターミナルの岸壁クレーンの能力の関係上 30Lt として計画したため No. 1~No. 3 ハッチカバーは One panel であるが、他のハッチカバーは縦割りの two panels となっている。また一部部材に高張力鋼を採用し重量の軽減をはかっている。

No. 4~No. 10 ハッチカバーはハッチカバーの中間にサポートを設けていない構造とし、将来、貨物倉が 40' 形コンテナ専用に改造された場合でも、ハッチカバー上に 20' 形コンテナを 2 行、2 段積むことが可能なように設計している。

ハッチカバーの開閉はコンテナターミナルの岸壁クレーンによって行なわれ、開放されたハッチカバーは他のハッチカバーの上、またはハッチカバー上に積まれたコンテナの上に格納するよう計画している。

6. 4 冷凍コンテナ

冷凍機内蔵形冷凍コンテナを No. 5 貨物倉の前半部および No. 6~No. 9 ハッチカバー上に搭載するよう計画している。冷凍コンテナは空冷水冷両方であり、一般には空冷として使用されるが、貨物倉内冷凍コンテナに対しては清水冷却が要求される。そのために機関室内に下

記要目のポンプ、清水冷却器が装備されクロードサイクルにより各冷凍コンテナに清水を循環するよう計画している。なお冷凍コンテナと清水管との接続はゴムホースによって行なわれる。

冷凍コンテナ冷却清水循環ポンプ；

100m³/h×20m×11kW×2 台

冷凍コンテナ清水冷却用海水ポンプ；

200m³/h×20m×18.5kW×1 台

冷凍コンテナ用清水冷却器 140m²×2 台

冷凍コンテナ倉には貨物倉内の温度が 40°C 以上に上昇するのを防ぐため、および chilled cargo に対して新鮮空気を供給するために 3.7kW 軸流通風機 2 台を装備し、機動給排気を行なうよう計画している。

また、適正温度表示、運転表示、デフロスト表示のランプを組込んだ遠隔監視盤を機関制御室に設けている。

6. 5 貨物倉通風

機関室より前部の貨物倉 (No. 1~No. 4 貨物倉) に対しては、上甲板下通路を通風ダクトとして利用し、クロスデッキのボックスビームに各貨物倉ごとに 1 個の気密カバー付開口を設けて、各貨物倉が選択通風できるように計画している。通風機は船首部上甲板の両舷に各 1 台ずつ配置し、1 台の能力は貨物倉内にコンテナを搭載した状態で 1 貨物倉に対して換気回数 3 回/時の排気が可能である。No. 5 貨物倉の後半部に対しては別に給気用通風機が設けられている。冷凍コンテナ倉の通風については前述のとおりである。

通風機要目は下記のとおりである。

No. 1~No. 4 貨物倉排気通風機

85m³/min×45mmAq×1.5kW 軸流 2 台

No. 5 貨物倉後部給気通風機

50m³/min×20mmAq×0.4kW 軸流 1 台

冷凍コンテナ倉給気通風機

240m³/min×40mmAq×3.7kW 軸流 1 台

冷凍コンテナ倉排気通風機

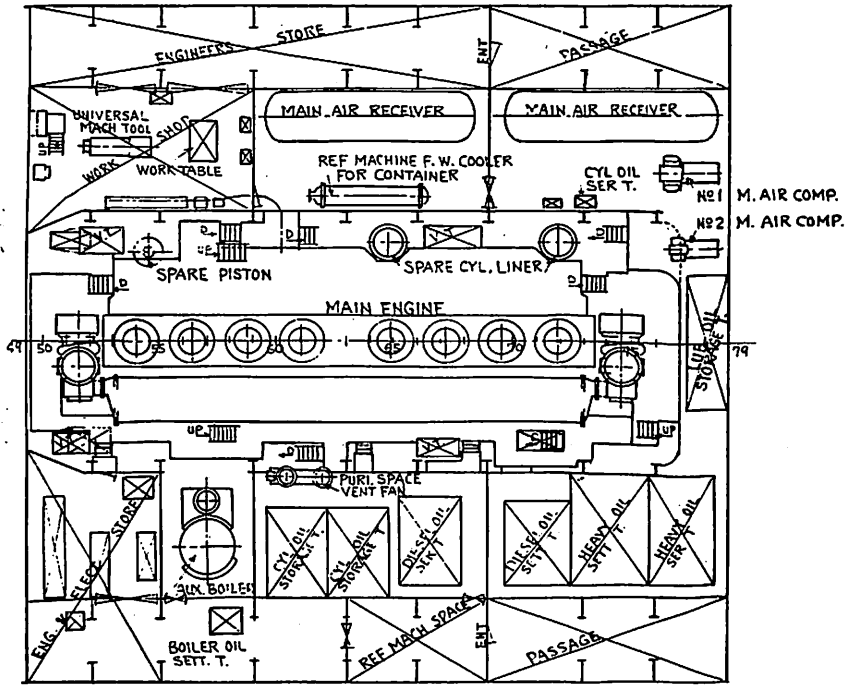
240m³/min×40mmAq×3.7kW 軸流 1 台

6. 6 ヒーリングタンク

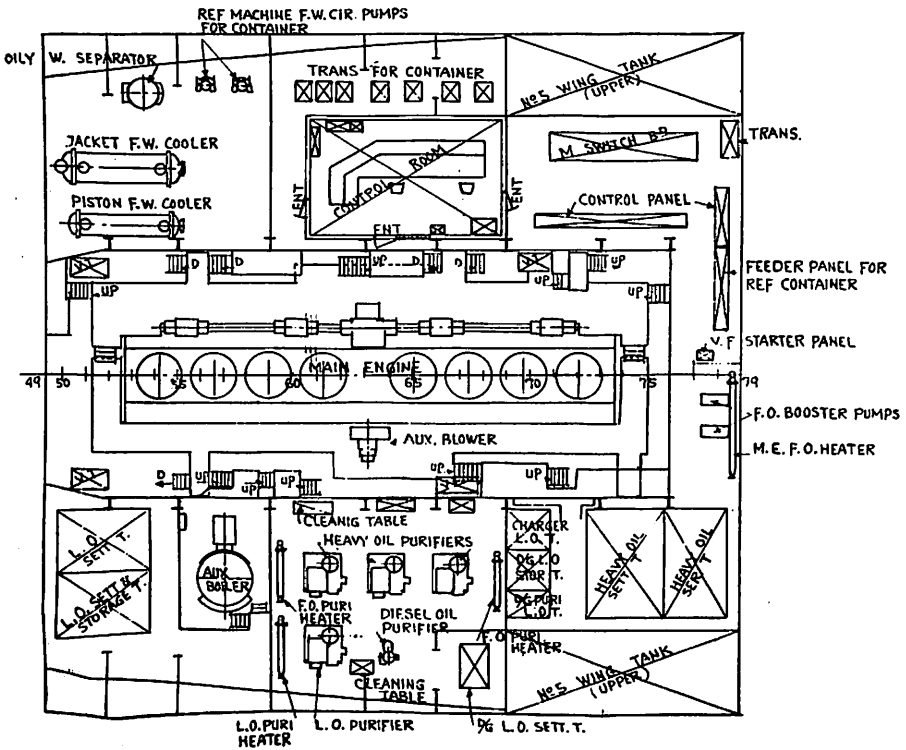
荷役中の船のヒールを最小限におさえるために No. 4 上部船側タンクをヒーリングタンクとして使用できるよう配管している。水の左右舷への移動は 300m³/h のバラストポンプによって行なわれ、電助四方弁の開閉およびポンプの発停も総合事務室から行なうことができる。

6. 7 消火装置

貨物倉は炭酸ガス消火装置で、煙管式火災探知装置を具備している。機関室に対してはトータルフラッディング式炭酸ガス消火装置を設けている。



UPPER ENGINE FLAT PLAN.



LOWER ENGINE FLAT PLAN.

機関室配置図(1)

6. 8 係船装置

揚錨機、係船機は電動油圧低圧式 IHI NOWINCH である。係船装置は船の前後部のみに設けられ、係船時間の短縮のために十分な数のホーサードラムが設けられている。要目は下記のとおりである。

船首部

	能力	ドラム数	使用索	台数
揚錨機	26t×9m/min	2個	50mmナイロン	2台
係船機	7t×15m/min	1個	50mmナイロン	2台
			または26mmワイヤー	

船尾部

係船機	10t×20m/min	2個	50mmナイロン	2台
ク	7t×15m/min	1個	50mmナイロン	2台
			または26mmワイヤー	

7. 機関艙装

7. 1 主要要目

主機械

形式および数	IHI-SULZER 8RND105形	
	ディーゼル機関	1基
連続最大出力	28,000PS×108rpm	

常用出力 23,000PS×104.5rpm

蒸気発生装置

補助ボイラー

形式および数	IHI-コグランマルチパス	1基
容量	1.6t/h (7.0kg/cm ² G×飽和)	

排ガスボイラー

形式および数	強制循環スパイン式	1基
容量	2.0t/h (7.0kg/cm ² ×飽和)	

軸系

中間軸 586mmφ×8, 450mm×2

586mmφ×8, 485mm×1

プロペラ軸 726mmφ×9, 200mm×1

船尾軸受 オイルバス式

プロペラ

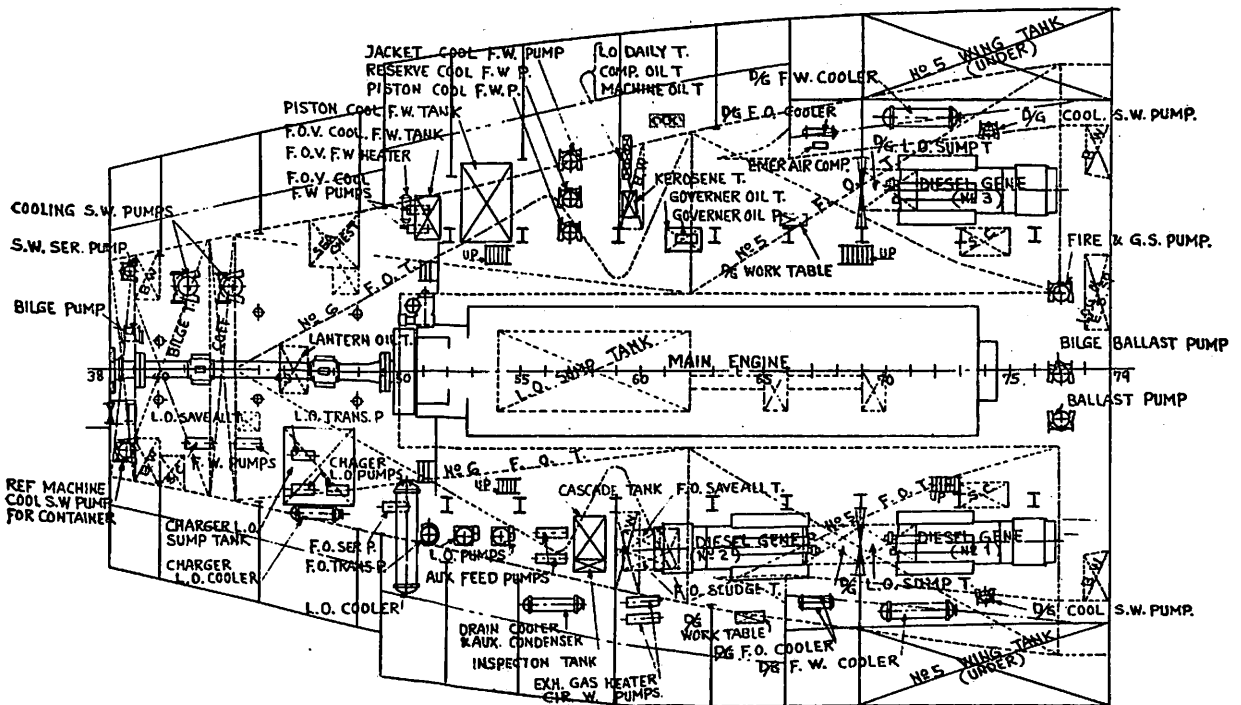
形式および数 .6翼一体式×1

直径およびピッチ 6,500mmφ×7,630mm

発電機

原動機 ダイハツ 6PSTC30 3基
1,120PS×600rpm

発電機 防滴自己通風 3基
450V, 3φ, 60c/s



MAIN FLOOR PLAN

機関室配置図 (2)

750kW×600rpm

7.2 機関制御室

本船の機関室左舷中段に機関部制御室を設け、主機、ボイラーおよび補機類の遠隔制御、運転監視に必要な制御器や計器を配備している。制御室は防音装置、エアコンディショニングを行なっている。

7.3 主機械

コンテナ船の性格上大馬力を必要とし、しかも機関室配置を合理的にまとめるため新たに開発された超大型機関IHI SULZER 8RND105 単動2サイクル船用ディーゼル機関、連続最大出力 28,000BHP を搭載している。主機関の出力低下に伴い掃気空気が減少するのを補うために補助送風機を装備し、主機関の低速運転性能を向上させている。

7.4 発電機

原動機はダイハツ過給機付 6PSTC30, 600rpm, 1,120 PS で出力 445V, 750kW の自励式交流発電機 3 台を装備している。

普通航海時、出入港時、荷役時は 2 台、冷凍コンテナを搭載しない航海時は 1 台運転で船内負荷を供給するよう計画されている。

7.5 蒸気発生装置

航海中 2,000kg/h の蒸気量を持つ排ガスヒーターおよび最大蒸気量 1,600kg/h の油だきコクラン形ボイラーで必要蒸気を賄う。油だきボイラーには自動燃焼装置を装置し、ボイラー内の蒸気圧力を検出し、ボイラーの蒸気圧力を一定に保っており、水位は補助ボイラー給水ポンプを自動発停させ一定範囲内に保っている。

7.6 機関部自動化

機関制御室には主計器盤、主機遠隔操縦装置、遠隔指示計、運転表示灯、警報灯およびブザーを配列し集中制御および集中監視が行なえるようにしている。

主機関および主要機器の圧力および温度を自動的に検出し、異常の場合は警報を発生するようにしている。

(1) 主機関関係

シリンダー、ピストン冷却水および潤滑油は自動温度調整または圧力低下による主機関危急停止が組込まれている。

(2) 主燃料油系統の自動清浄

C重油清浄機 3 基のうち、2 基は連続運転し、オーバーフローシステムを採用し、C重油サービスタンクの液面を一定に保っている。

(3) ポンプの自動切換装置

潤滑油ポンプ、燃料油ブースターポンプ、過給機潤滑油ポンプおよび燃料弁冷却水ポンプは運転中ポン

プの吐出圧力が設定値まで低下した場合、予備ポンプが自動的に起動して自動切換を行なう。

排ガスヒーター循環ポンプおよび船尾管潤滑油ポンプは運転中事故により停止した場合、予備ポンプが自動起動する。

(4) 自動発停および自動停止装置

主空気圧縮機、清水ポンプ、飲料水ポンプは各タンクの圧力により自動停止または自動発停を行なう。

燃料油移送ポンプ、燃料油サービスタンクはそれぞれのタンクの液面により自動発停または自動停止を行なう。

(5) 加熱器およびタンクの自動温度調節装置

主燃料油清浄機および清浄機潤滑油加熱器には空気作動式自動温度調節弁を設け、油の温度を自動調節している。

(6) 液面の自動調節装置

カスケードタンクは入口に液面調節弁を設け、タンク内の液面を自動調節し、C重油サービスタンクの底部にドレン排出弁を設け、各当直ごとにタイマーによる自動排出をしている。

8. 電気機装

8.1 概要

本船の電源装置として、ディーゼル発電機 937.5kVA×3、一般用トランス 30kVA 1φ×3、冷凍コンテナ専用トランス 100kVA 1φ×10 を具備し、それぞれの用途に供している。

本船における特色は、102 個の冷凍コンテナ用電源設備を設けるとともに、これらの作動状態を監視するように、冷凍コンテナの遠隔監視盤を機関制御室に装備していることである。

さらに、コンテナ輸送における通信業務の重要性を考慮し、1kW S. S. B. 無線電話装置が設けられている。

8.2 電気部要目

(1) 電源装置

ディーゼル発電機	937.5kVA	
	550V 3φ 60HZ	3台
冷凍コンテナ用トランス	100kVA	
	450/230V 1φ	10台(含予備1台)
一般用トランス	30kVA	450/100V 1φ 3台
蓄電池	D. C. 24V 200AH	3組

(2) 動力装置

配電盤および冷凍コンテナ給電盤	各1面
電動機 (E 種)	1式
集中始動器	2面

冷凍コンテナ電源用座	
40'/20' 兼用	78個
20' 専用	24個
(3) 無線装置	
送信機 (1kW)	1台
送信機 (1kW S. S. B. 電話付)	1台
補助送信機 (75W)	1台
受信機	3台
オートアラーム	1式
救命艇用無線装置	1式
V. H. F. 電話 (国際型, 公衆用)	各1式
レーダー (同期トリガー付)	2式
方位測定機	1式
ロラン (A, C形)	1式
ファクシミリ	1式
コンテナ・ヤード連絡装置 (配線工事のみ施行)	1式

(4) 通信・航海・計装装置	
船内通信装置: 自動電話 (20回線)	1式
共電式電話	2系統
船内指令装置	1式
機関員呼集信号装置	1式
電気式回転計	1式
舵角指示器	1式
エンジンテレグラフ	1式
風向風速計	1式
ジャイロ・オートパイロット	1式
圧力式測程儀	1式
エコーサウンダー	1式
スチーム・エアホーン	各1式
遠隔制御・監視盤	1式
(含, 主機操縦卓, 発電機操作監視盤, 冷凍コンテナ監視盤)	
(5) 電灯装置 (居住区蛍光灯1式)	

船の科学ファイル (80mm判)

従来のもより綴厚さを増してゆったり1年分が合本できる80mm判を作りました。保存にたえるようクロスを使用した丈夫な装幀です。

定価 240円 (送料別)

造船における溶接技術管理

【関西造船協会賞受賞】、工学博士 寺井 清 著
 第1編 日本の造船における溶接
 第2編 日本における溶接技術管理
 第3編 船体溶接の自動化 (写真集)
 付編 「溶接による生産性の向上」に対する反省と見解
 定価 1,500円 (〒90円)
 B5判 本文約200頁, 写真集 (特アート) 24頁
 上製本 ケース入り。

◎好評発売中

船舶写真集 1968年版

恒例の「船舶写真集」の1968年版が発行されました。すでに1952年以来隔年発行をつづけており、各方面のご好評を得ておりますのでご期待下さい。

1968年版に採録される新造船は昭和41年9月頃より昭和43年3月頃までに建造されたものから選出したもので同型船を除くすべての計画造船と、船種別、船主別、造船所別のそれぞれ代表的なもの、また特殊船舶も含めて国内船は計画造船98隻、一般貨物船29隻、木材運搬船14隻、鉱石および鉱油兼用船9隻、油槽船6隻、LPG船および化学薬品運搬船6隻、貨客船、連絡船、カーブエリ一等12隻、観測・調査・海洋研究・練習船等5隻、漁船・冷凍運搬船11隻、自衛艦・巡視船等8隻、計198隻、輸出船は貨物船 (兼用も含む) 115隻、油槽船44隻、計159隻、総計357隻におよんでおり、1966年版の330隻を超えています。写真の他に国内船主約200社以上の昭和43年4月現在の所有船についての一覧表を付表として収録してあります。

B5判 特アート使用 写真194頁 上製本 ケース入り
 定価 1500円 (送料90円)
 なお前回1966年版と同様に

船舶写真集(1968年版)付表一覧表 B5 50頁
 を別に作製いたしましたので、付表一覧表のみをご希望の方には送料とも200円 (切手でも可) でおわけいたします。

1952年版	掲載船	232隻	写真頁	96頁	定価	400円
1954年版	◇	112隻	◇	102頁	◇	560円
1956年版	◇	199隻	◇	112頁	◇	600円
1958年版	◇	267隻	◇	140頁	◇	700円
1960年版	◇	274隻	◇	144頁	◇	700円
1962年版	◇	270隻	◇	144頁	◇	800円
1964年版	◇	263隻	◇	144頁	◇	1000円
1966年版	◇	330隻	◇	176頁	◇	1200円

船舶技術協会

航海訓練所練習船「青雲丸」について

日本鋼管株式会社

1. まえがき

本船は運輸省航海訓練所のご注文によって、当社鶴見造船所で建造された5,000総トン型練習船で、昭和43年1月17日起工、同年7月25日進水、同年11月21日引渡しを完了した。(口絵写真1)

本船は商船大学、商船高等専門学校の学生および商船高等学校の生徒等を收容して、船舶職員となるのに必要な船舶実習を行ない、併せて船舶運航技術の研究をすることを目的としている。したがって実習生の実習訓練に必要な教育設備を完備するとともに、諸室は衛生快適なものとし、実習生の集合、体操、作業に必要な広い暴露甲板を有し、十分な航洋性と安全性を備え、また国家の代表船舶としての性格を考慮して、堅牢にしてしかも美観を備え、品位あるものとするのが、設計、建造にあたり要求された。

上記の基本方針のもとに、総トン数約5,000T、主機はディーゼル機関、航海速度15.5kn以上、実習生180名、乗組員76名を收容する設備、教育設備の完備、居住性の向上、自動化の採用等、最新技術の導入等を主要なる前提とした。

当社は、去る昭和36年に航海訓練所ご注文の3,000T型練習船「進徳丸」を建造しており、その実績、経験は、本船の設計、建造に当たってフルに活用された。

進徳丸に比べて大型化した本船においては、進徳丸において果たし得なかった多くの技術上の新機軸が加えられ、実習生の教育と、技術革新の将来に対する船舶技術の研究とに十分対応できるよう考慮がなされた。

その具体的な例として、航路航行計算、衝突条件計算、船体運動計算、機関管理計算、船体条件計算などを目的とする電子計算機の設置、波浪観測装置、錨鎖張力計、船首尾2基のサイド・スラスター、監視用工業テレビ設備、視聴覚教育設備、航法、機関の演習室、食堂と教育の分離、完備した実習船橋、機関室消火用ハイエクスパンション・エアフォーム装置などがあげられる。

以下に本船の概要を紹介する。

2. 船体部

2.1 主要目等

全 長 114.550m

登録長		106.97 m
垂線間長		105.000m
型 巾		16.000m
型 深		8.000m
夏期満載吃水		5.817m
載貨重量		2,795.6 kt
総トン数		5,044.52T
純トン数		1,490.05T
航行区域		遠 洋
船 型		長船首楼付平甲板船
速 力	試運転最大	18.56kn
	満載航海	16.55kn
航統距離		21,800哩
タンク容積	燃料油タンク	1,287.0m ³
	消水タンク	1,441.2m ³
	脚荷水兼用タンク	2,181.6m ³
貨物倉容積		161.4m ³
乗 組 員	甲板部	26
	機関部	26
	無線部	3
	事務部	19
	医務部	2
	実習生	180

計 256名

主 機 械	日立 B&W 型ディーゼル機関	1 基
	連続最大出力	5,400PS×176rpm
	常用出力	4,900PS×170rpm
補助ボイラー	7 t ボイラー (2 胴水管缶)	1 基
	3 t 蒸気発生機 (1 胴水管缶)	1 基
発 電 機	ディーゼル発電機	2 基
	出力	520kW
	ターボ発電機	1 基
	出力	520kW

2.2 船体構造

本船は船級協会の船級は取得していないが、構造用鋼材はすべて日本海事協会の規格材を使用し、鋳鋼、鍛鋼は海運局の承認をうけた材料を使用している。船体は全面的に溶接構造であるが、ビルジキールの外板付平鋼との固着のみを銲接としている。(中央横断面図参照)

復原性能および載貨重量確保のため、重量軽減に特に注意がはらわれた。特に上部構造については波形隔壁を広範囲に採用し重量軽減を計った。

2.3 一般配置および居住区

本船には「船舶区画規程」が準用されたため、一般配置図示すように船首尾隔壁に加えて上甲板(乾舷甲板)に達する水密隔壁を6枚(フレーム15番, 29番, 48番, 76番, 104番, および126番)および第2甲板までの水密隔壁をフレーム86番に1枚, それぞれ設けて1区画可没の条件を満たしている。勿論, これら水密隔壁付の戸はすべて水密型である。

居住区表面材料にはすべてポリエステル化粧合板(商品名キョーライト)を使用している。

床材はラテックス系デッキコンポジションを使用し, 士官以上の居室, 公室, 教室等にはさらにビニールタイルを施工している。

前部端艇甲板および長船首楼甲板の暴露部には, 厚さ65mmのチーク木甲板(合計約700m²)を施工し, またその他の暴露甲板で居住区の上部に当たる個所には防熱材入りデッキコンポジション(ラテックス系厚さ38mm)を施工している。

また, 調理区画, 衛生区画, 冷蔵庫等, 在来船で磁器タイルを使用している個所では, これにかえてすべてテラゾ型デッキコンポジションを採用している。

居住区内における騒音を80ホン以下とするよう要求を受けたので, 遮音には十分に意を払ったが, 特にディーゼル発電機室天井(第1教室床裏面), 診療室に接する機関室ケーシング, 第23および24実習生室と機関室との仕切壁にはハルダンピング材(防衛庁制式, エポキシ系を, さらに空調機械の騒音が予想された診療室(写真2)天井には鉛板張合板をそれぞれ施工し, ほぼ所期の目的を達している。

全居住区に対してエヤ・コンディショニングが行なわれている。第1空調機室には35kWの冷凍機1台およびセントラルユニット1台(ファン11kW)が備えられ, 主として部員居住区を, また第2空調機室には60kWおよび25kWの冷凍機各1台およびセントラルユニット(ファン15kW)3台が備えられ, 士官, 実習生区画をそれぞれ受持っている。主ダクトが水密隔壁を貫通する個所には上甲板より操作できる水密の弁が設けられている。

糧食冷蔵庫は合計約160m³で, 11kW冷凍機2台で, これをまかなっている。

冷凍機はいずれも回転圧縮式である。

2.4 教育・実習設備

実習生全員(180人)を収容する第1教室(写真3)

および半数(すなわち航海科または機関科のいずれか)を収容する第2教室の二つの教室が設けられたが, 特に前者には視聴覚教育設備として, 8mm, 16mmおよびスライドの映写装置, 音響再生装置, ビデオテープ等が設備された。(写真4)

実習生訓練のための専用の船橋(実習船橋)が設けられ(写真5), 各種計器の実習, 盲目計器航行の実習, レーダーシミュレーター(写真6)によるレーダー航行の想定実習等が可能となっている。

航法演習室(写真7)にはラジコン模型船による実習設備が備えられている。これは3.5m×5mの台上に国内の主要航路(関門, 備讃瀬戸, 浦賀水道等7種類)の地形(ポリエステル成形)を配置し, 無線操縦船による航法演習を行なうもので, 同時に灯台の識別, 各種船舶信号の学習も可能となっている。

2.5 外艦装置

(1) マストおよび荷役装置

一般配置図に示すように, 甲板室前に1対の揚貨柱, 羅針甲板にレーダー柱(前橋), ポート甲板后端に後橋をそれぞれ配し, 航海灯, レーダー, テレビカメラなどを設けている。揚貨柱には1対の5トンブームを設け, 貨物倉を利用して, 各種荷役実習が可能となっているが, 揚貨柱高さを操舵室からの視界確保のために制限したので, 揚貨柱およびブームの強度には特に考慮を払った。揚貨機は電動圧式, 力量5t×20m/minで, 使用油圧力140kg/cm², ラインコントロール方式である。

(2) 揚錨, 係船装置

揚錨, 係船装置については, 近代的な装備とし, 操舵室から遠隔操作可能なブレーキおよび鎖長計を備えたウインドラス(力量19t×9m/min)1台, スプリングロープ用(5t×20m/min)オートテンション・ウインチ2台, 46φナイロンホーサー用ボラード・ウインチ(2.5t×20m/min)5台を前後部に配置した。これらはすべて高圧式電動油圧形で, 計5台の油圧ポンプによって駆動される。

錨は国鉄形高把駐力アンカー, 錨鎖は規定寸法を上廻る55mm鍍鋼鎖を採用し, 前記岸壁用係船設備ともども, 停泊時の係船力向上が計られている。

(3) 舵取装置

電動油圧式ロータリー・ベーン型(写真8)で27.7t-mの力量を有し, 2台の20PS電動機により駆動されるが, 特に最大転舵角度45°, 転舵速度70°/20secとし, 操縦性の向上が計られている。なお予備操舵用に手動ポンプを備えている。

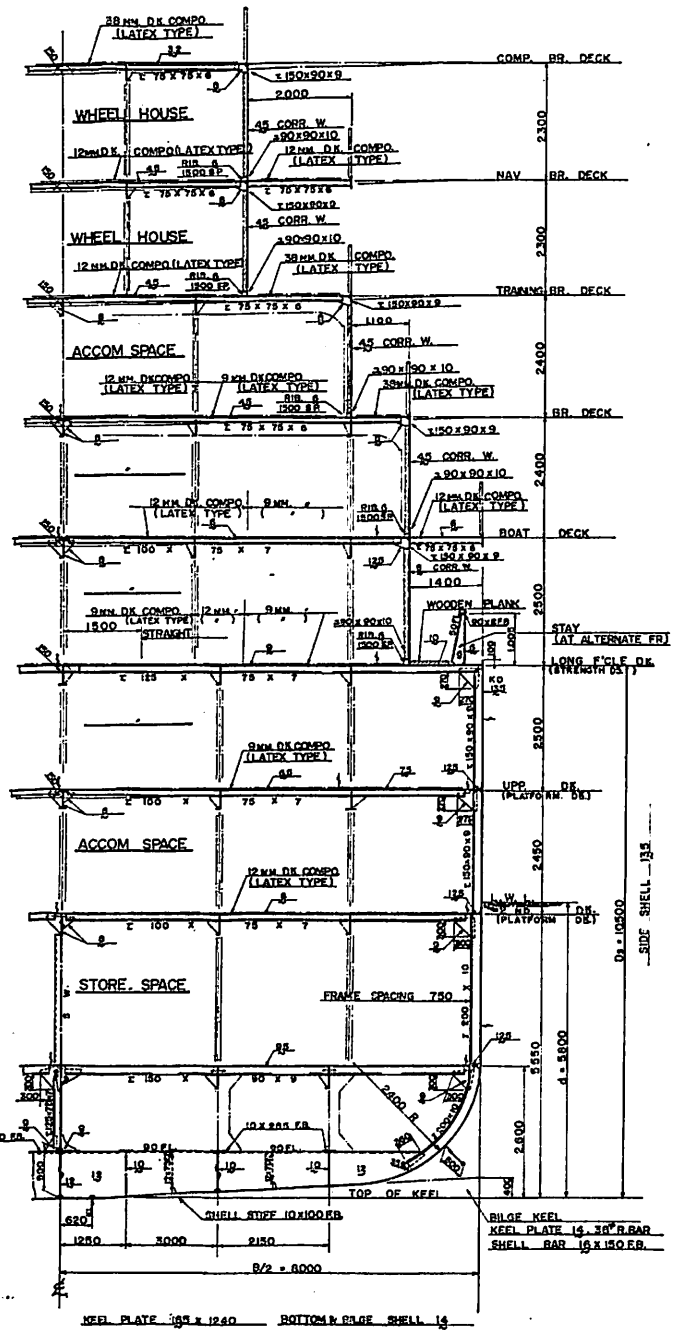
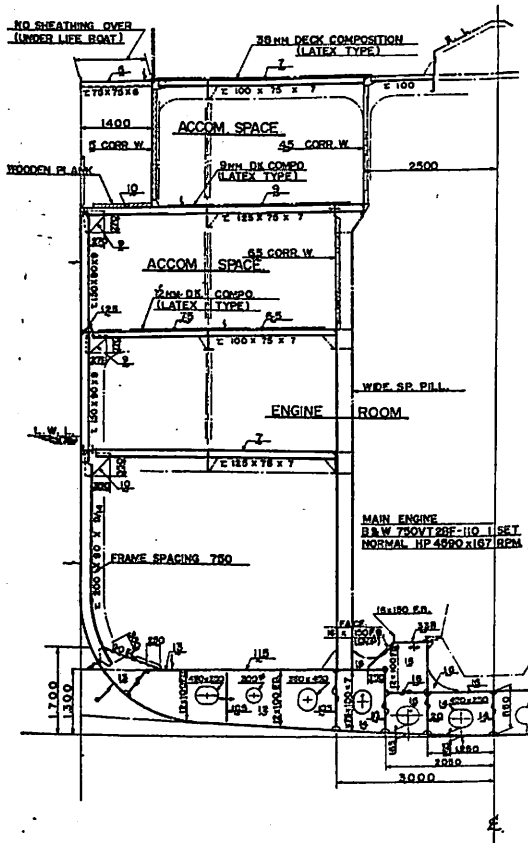
(4) 貨物倉口蓋

MIDSHIP SECTION

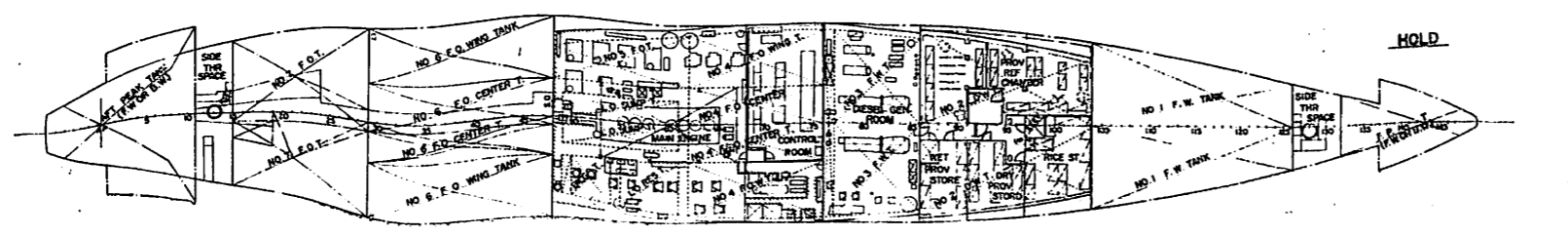
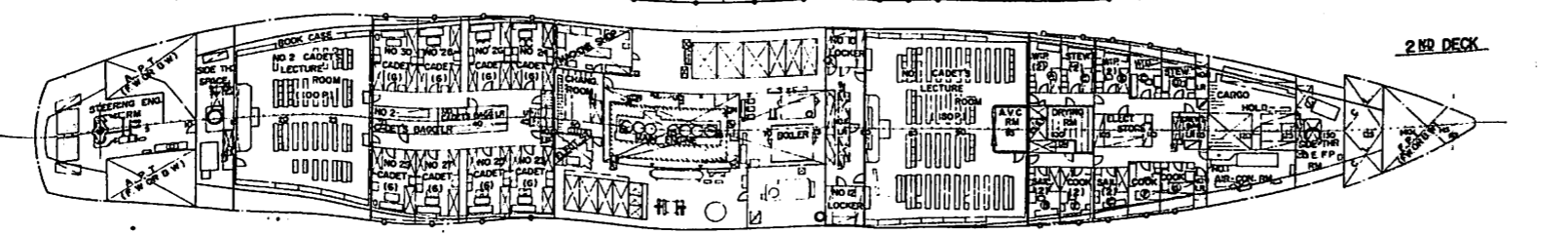
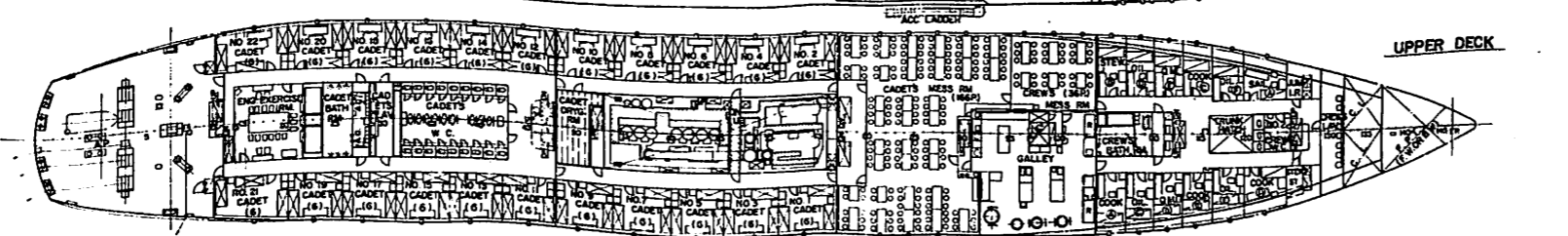
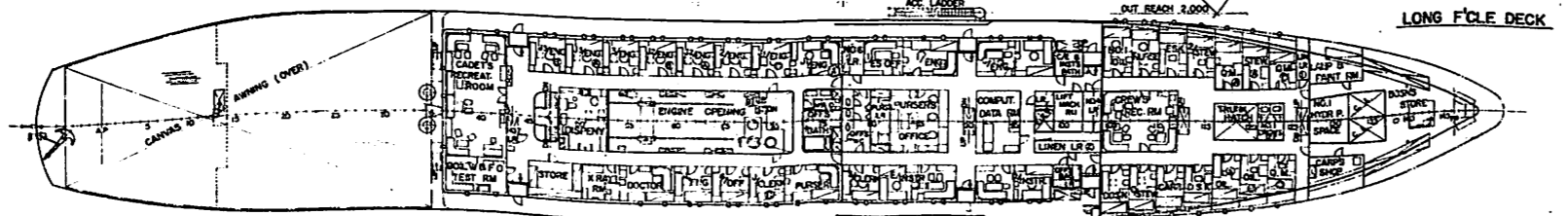
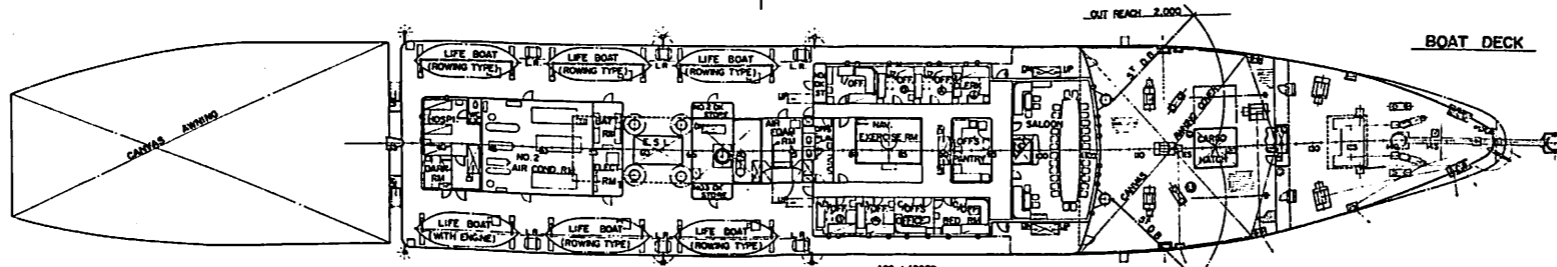
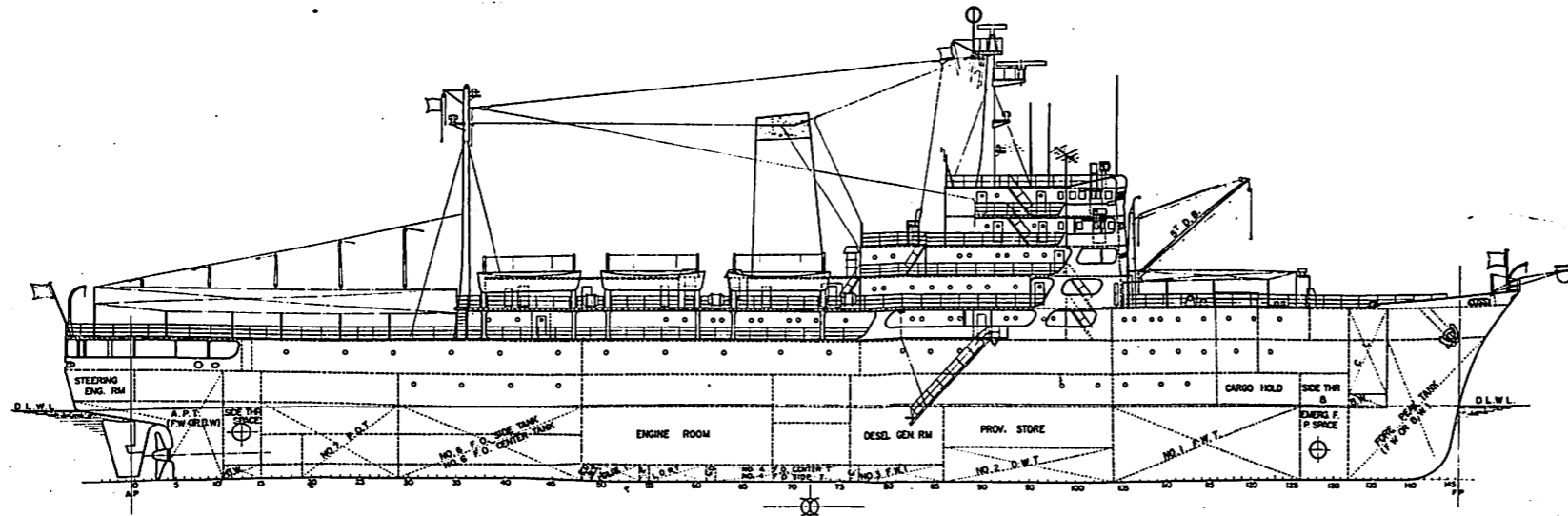
PRINCIPAL DIMENSIONS

LENGTH (B.P.)	105.000
BREADTH (MLP)	16.000
DEPTH (TO 2ND DK)	5.550
(TO UPPER DK)	8.000
(TO LONG F'LE DK)	10.800
DESIGNED DRAFT	5.800

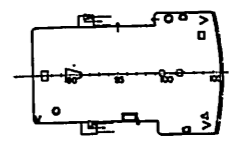
N K RULE	MARK ON THIS PLAN	REMARKS
—	NO DESCRIPTION	45-JIS SS-41
KA (RIMMED)	NO DESCRIPTION	5 ≤ t ≤ 12.5
KAS (SEMI KILLED)	—	13 ≤ t
KD	KD	—



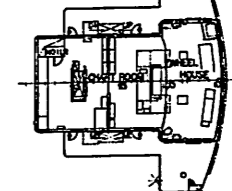
中央横断面圖



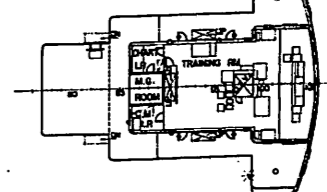
COMP. BRI. DECK



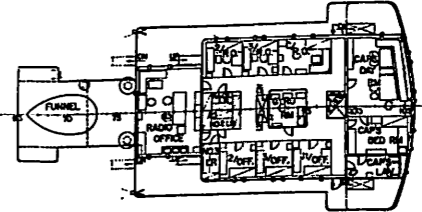
NAV. BRI. DECK



TRAINING BRI. DECK



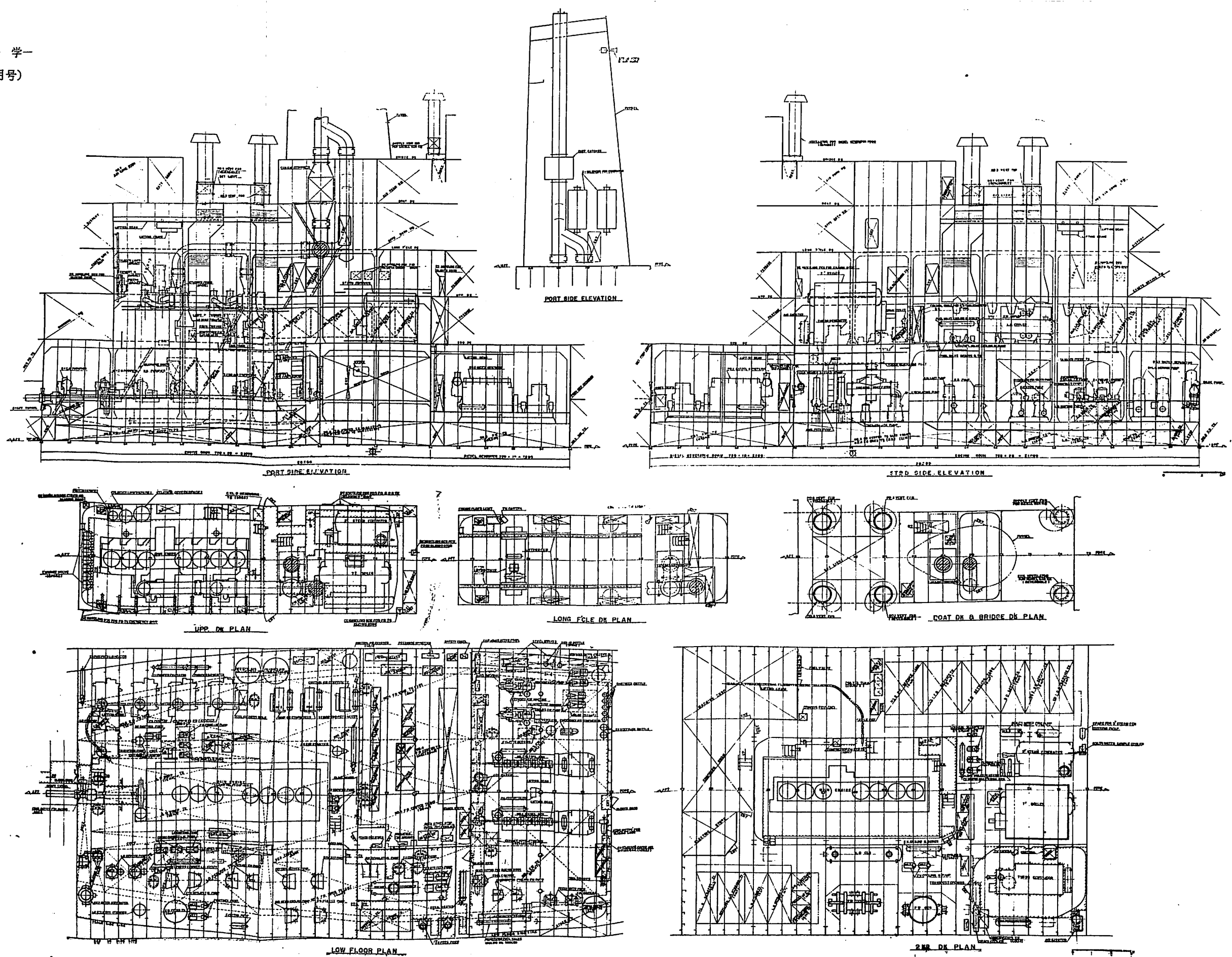
BRIDGE DECK



PRINCIPAL PARTICULARS

LENGTH	B.P.	105.000
BREADTH	M.L.D.	16.000
DEPTH	M.L.D.	8.000
DRAUGHT	M.L.D.	5.800

青雲丸 一般配圖



青雲丸 機関室配置図

ばら積船等に使用実績の多い、サイドローリング形高架レール付とし、揚貨機により索を用いて開閉する。

(5) 天幕装置

ボート甲板前部および長船首楼甲板後部に、広範囲に帆布天幕を装備し、実習生の集会、体操用の場所とした。特に後者は中間に支柱を設けない吊下式とし、階段開口部を閉鎖することにより、広々としたスペースが得られる。

(6) 救命艇装置

8.00m×2.80m×1.10m 木製普通艇 定員47人 5隻
8.00m×2.80m×1.10m 木製機関付艇 (キャビン付) 定員37人 1隻
甲種膨張型筏 定員20人 4隻 定員25人 2隻

ボート・ダビット 重力型トラックウェイ型
ボート・ダビットは漕艇訓練など使用頻度が高いため使用に便利よう電動ウインチを備えた。

(7) サイド・スラスター (写真9)

わが国では初めて船首尾の2ヵ所に静止推力4.7tのサイド・スラスターを装備し、出入港および狭水路航行時の運動性の向上が計られた。これらは出力375kWの交流電動機駆動で、2次抵抗制御により3段の速度が得られる。プロペラは固定ピッチ2翼のカプラン形、径1,318mm、最大回転数387rpmである。本船公試時前後のスラスターを逆噴進し、その場回頭を行なったが、回頭半径は約1船長の結果が得られ、また、微速航行時にはスラスターのみで、舵を用いた時と変わらない旋回性を示すことが確かめられた。

(8) 消火装置

居住区画は海水消火を主とし、ディーゼル機関駆動の非常消火ポンプを備えたほか、煙管式火災探知装置を各所に設け、安全の向上を計った。さらに機関室およびディーゼル発電機室にはわが国で初めて Hi-EX 形泡消火装置を設け、トランクおよびダンパーによりそれぞれ

れ消火泡を導くようにした。(写真10)

3. 機関部

機関部は80名の機関科実習生を收容し、機関関係の実習を行なうに最も適合するように、機器の配置を考慮して設計されている。

特に本船は、船舶運航技術開発のための実験研究と、実習生の教育と研究の効果を考慮して、船舶運航に関する諸情報の収集・処理および主機、補機、その他の機器の遠隔制御操作ならびに監視を行なうために、大幅な自動化を採用している。

主機械 (写真11) は船橋から電気空気式により、操縦スタンド (写真12) に組込まれているテレグラフを所定の位置に動かすだけで起動、停止、逆転および速度負荷制御を自動的にあらかじめ決められたプログラムにしたがって正しい順序とタイミングで行なわれる。また機関室内制御室からは従来の手動による機械式で遠隔操縦するとともに、機側操縦も可能としている。

制御室 (写真13および図1参照) は機関室下段の主機船首側中央部に設け、主機操縦台、配電盤、監視盤、日誌台、データロガーなどを装備して、遠隔操縦装置、遠隔指示計、運転表示ランプ、警報ランプおよびブザーを各系統ごとに整然と配列し、集中制御および監視を行なえるようにしているとともに、実習生 (20名) の收容に十分な広さを考慮してある。

また制御室は80ホン以下を目途とした防音防熱構造とし、出入口扉および窓 (乾燥空気封入2重ガラス式) を設けるとともに、パッケージ形ユニットクーラー2台を装備して室内の空気調和を行なっている。

補助ボイラー (写真14) として重油専焼2胴水管ボイラー1台を装備している。本ボイラーはターボ発電機駆動蒸気発生用とし、この他に雑用蒸気用として蒸気発生器1台を装備し、排ガス・エコノマイザーと結合して使用される。

なお機関各部は動作確実で良好な性能を有し、実習訓練のため頻繁な発停に対し安全で耐久性に富み、振動および騒音等の少ないものとし、また開放、修理、調整および組立等が容易なるよう特に考慮が払われている。

3.1 機関部要目

(1) 主機械

形式 2サイクル単動無気噴油過給式
ディーゼル機関 (日立 B&W
750VT2BF-110) 1基

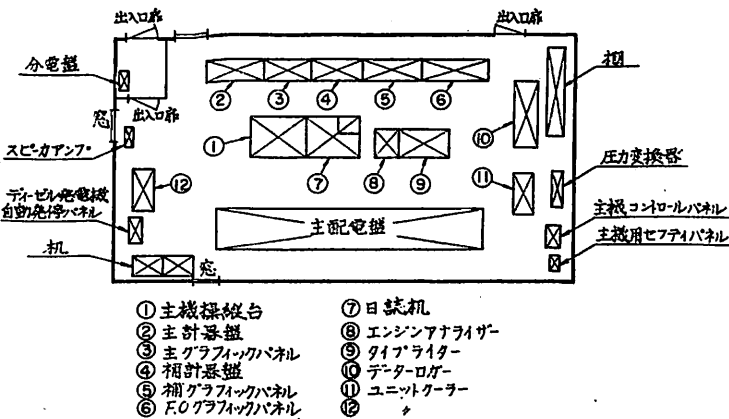


図1 制御室配置

一般の科学一

出力 連続最大 5,400BHP×176rpm
常用 4,900BHP×170rpm

(3)軸系およびプロペラ

中間軸 325mmφ×7,500mm×3,
325mmφ×5,150mm×1
プロペラ軸 355mmφ(中空内径75mmφ)×8,650mm×1
プロペラ エロフォイル4翼一体形(HZ合金CE)
直径 3,900mm

(3)補助ボイラー

7t ボイラー形式 重油専焼2胴水管式ボイラー 1台
蒸発量 7,000kg/h (16kg/cm²G×飽和温度)
3t 蒸気発生器形式 重油専焼単胴水管ボイラー 1台
蒸発量 3,000kg/h (10kg/cm²G×飽和温度)

(4)排ガス・エコノマイザー

形式 立形強制循環排ガス加熱式 1台
蒸発量 1,000kg/h (10kg/cm²G×飽和温度)

(5)ディーゼル発電機

発電機 自励式防滴形 AC 520kW×450V×720rpm 2台
同上原動機 日立 B&W 7 T23HHディーゼル機関

(6)ターボ発電機

発電機 自励式防滴形 AC520kW×450V×1,800rpm 1台
同上原動機 横置一段減速装置付衝動タービン
(14.5 kg/cm²G×飽和(199°C)×650mm Hg 真空)

(7)機関室補機

主空気圧縮機(電動ベルト駆動) 100m³/h×25kg/cm² 2台
制御用空気圧縮機(電動ベルト駆動)
130m³/h×9kg/cm² 1台
非常用空気圧縮機(ディーゼル機関駆動)
4.5m³/h×25kg/cm² 1台
機関室通風機(電動立形内装軸流)
200m³/min×30mm Aq 4台
ディーゼル発電機室用給気通風機(電動立形内装軸流)
200m³/min×30mm Aq 1台
ディーゼル発電機室用排気通風機(電動横形内装軸流)
100m³/min×30mm Aq 1台
7t ボイラー用送風機(横電動遠心)
160m³/min×400mm Aq 1台
3t 蒸気発生器用送風機(同上)
70m³/min×600mm Aq 1台
冷却海水ポンプ(立電動渦巻式) 135m³/h×20m 2台
シリンダー冷却清水ポンプ(同上) 135m³/h×20m 2台

発電機冷却清水ポンプ(同上) 50m³/h×20m 2台
海水サービスポンプ(同上) 135m³/h×20m 1台
補助循環水ポンプ(同上) 300m³/h×10m 1台
潤滑油ポンプ(立電動ネジ式) 145m³/h×4kg/cm² 2台
潤滑油移送ポンプ(横電動歯車式) 3m³/h×3kg/cm² 1台
過給機潤滑油ポンプ(同上) 3m³/h×2kg/cm 2台
カム軸潤滑油ポンプ(同上) 2m³/h×2.5kg/cm² 2台
潤滑油清浄機(シャープレスDH-500A)
1,800l/h 2台
燃料予圧ポンプ(横電動歯車式) 1.5m³/h×5kg/cm² 2台
F. O. 移送ポンプ(立電動歯車式)
30m³/h×3kg/cm² 1台
D. O. 移送ポンプ(横電動歯車式)
10m³/h×3kg/cm² 1台
燃料弁冷却油ポンプ(同上) 1.5m³/h×3kg/cm² 2台
F. O. 汲上ポンプ(同上) 2m³/h×3kg/cm² 1台
7t ボイラー用噴燃ポンプ(横電動ネジ)
1m³/h×25.5kg/cm² 2台
3t 蒸気発生器噴燃ポンプ(横電動歯車)
0.96m³/h×2kg/cm² 1台
用点火ポンプ(同上)
0.02m³/h×7kg/cm² 1台
F. O. 清浄機(シャープレス DH-500A) 1,700l/h 2台
D. O. 清浄機(シャープレス DH-500A) 1,800l/h 1台
7t ボイラー用給水ポンプ(立形ウエヤス)
10m³/h×22kg/cm² 2台
3t 蒸気発生器用給水ポンプ(横電動渦巻式)
4.5m³/h×15kg/cm² 2台
ボイラー水循環ポンプ(横電動渦巻式)
6m³/h×3.5kg/cm² 2台
復水ポンプ(立電動渦巻式) 10m³/h×20m 2台
雑用ポンプ(立電動自吸渦巻式)
60/130m³/h×70/25m 1台
バラストポンプ(同上) 60/130m³/h×70/25m 1台
ビルジポンプ(立電動ピストン式) 10m³/h×20m 1台
造水装置(笹倉アトラス AFGU-5) 21t/day
(8)熱交換器
シリンダー冷却清水冷却器(プレート式) 52.8m² 1台
発電機冷却清水冷却器(横形表面式) 35m² 1台
潤滑油冷却器(同上) 140m² 1台
過給機潤滑油冷却器(同上) 2.5m² 1台
清浄機潤滑油加熱器(サンロッド BV90-140) 2台
清浄機FO加熱器(サンロッド BV90-125) 2台

清浄機DO加熱器 (サンロッドBV90-165)	1台
主機燃料加熱器 (サンロッドBV90-140)	3台
燃料弁冷却油冷却器 (横形表面式)	4m ² 1台
発電機燃料弁冷却油冷却器 (横形表面式)	3m ² 1台
2t ボイラー用燃料加熱器 (サンロッドBV90-95)	2台
3t 蒸気発生器用燃料加熱器 (電気式)	4kW 1台
同上 (電気式)	6kW 1台
大気圧式復水器 (横形表面大気圧式)	10m ² 1台
真空式復水器 (横形表面真空式)	55m ² 1台
ドレン冷却器 (横形表面式)	1.5m ² 1台
7t ボイラー用給水加熱器 (横形表面式)	3m ² 1台
抽気エセクター (2連2段式)	15kg/h 1台

(9)その他

主空気だめ (立形)	3.25m ³ ×25kg/cm ²	2台
制御用空気だめ (立形)	1m ³ ×9kg/cm ²	1台
補助空気だめ (立形)	250l×25kg/cm ²	1台
主機開放用クレーン (電動巻上げおよび縦行手動横行)		2t 1台
油水分離器 (渦流および多重円錐板併用式)	10m ³ /h	1台
制御用空気脱湿装置 (冷凍再熱式)	80m ³ /h	1台
給水軟化装置 (イオン交換樹脂)	1t/h	1台
万能工作機 (電動)	大日金属 2GB形	1台
ボール盤 (電動NBD-400)	最大キリ径22mmφ	1台
工具研磨盤 (電動)	250φ 両頭卓上形	1台
工具研磨盤 (電動)	200φ 両頭卓上形	1台
ガス溶接切断器 (アセチレンボンベ式)		1台
電気溶接機 (交流電弧式)	200A	1台

4. 電気部

4.1 電源および動力装置

本船の電源としては、ディーゼル駆動発電機 (650kW A) 2台 (写真15) とタービン駆動発電機 (650kVA) 1台 (写真16) を装備し、遠洋練習航海、サイド・スラスタ駆動等の特殊性に対応し得るよう充分な設備電力を有している。ディーゼル発電機中1台には防振ゴムを装備し、防振効果の比較検討を行なえるような配慮がなされている。

航海時にはディーゼル発電機1台またはタービン発電機1台を運転し、出入港時にはディーゼル発電機2台を運転して所要電力を賄っている。ディーゼル発電機は配電盤母線の無電圧およびタービン発電機の潤滑油低下により自動起動する。サイド・スラスタ (375kW, 巻線形パウおよびスターン各1台) 駆動時にはディーゼル

発電機2台で船内負荷とパウ・スラスタへ給電を行ない、タービン発電機は主母線から切離してスターン・スラスタへ専用給電を行なう。変圧器は一般電灯用として30kVA×3台、厨房用として7.5kVA×3台、スエズ探照灯用として3kVA×1台、レーダー用として10kVA×1台、士官パントリに設備されている電子レンジ用として3kVA×1台を装備している。非常電源としては200AH×2組を装備し、浮動充電方式を採っている。

制御室に装備された配電盤には、実際の運航および実習訓練の双方に便利なように、手動での発電機並列運転に必要な計器類をすべて配置し、さらに独立に同期盤を設けてディーゼル発電機の自動同期投入装置および自動負荷分担装置を設け、手動操作および自動制御の実習訓練を行ない得るよう配慮されている。配電盤は分割母線方式を採用している。重要補機はその用途、系統、装備位置によってすべて集合形として、自動化に伴う集中制御および保守を容易にし、且つ主機推進に直接関連のある補機は停電復帰時の順次再起動および自動待機起動方式を採用している。

また実習用として、4種類 (LVP, LVR, YΔ, 可逆) の起動器を装備しているが、さらに1台で多種の電気機械の特性を実験測定できるユニバーサル・エレクトリック・マシン1基を装備している。

4.2 船内通信装置

従来の船内指令装置と別に、航海船橋と船首・船尾・実習船橋および制御室との間の連絡を円滑にするため操船指令装置を設け、さらに制御室と機関室両舷・ディーゼル発電機室・タービン発電機室との間の連絡のため機関室拡声装置を装備している。電話装置としては、航海船橋・機関室および制御室相互間に無電池式電話を設け、船内一般通話用としては30回線自動交換電話機を装備している。また火災の早期検出のため、煙管式火災探知機を航海船橋に装備し、貨物倉・教室・操舵機室等に吸煙器を設けている。

4.3 無線装置等

1kW 中短波送信機2基 (うち1基はSSB送信機)、500W 非常用送信機1基、中短波受信機2基、SSB受信機1基を装備し、非常用送信機および各受信機はラックに組込まれている。(写真17) またモールス・テレタイプ・コンバーターをもち送受信に供している。受信装置として定時放送自動受信機を装備してFAXの受信を便ならしめ、また方探、オートキーヤー、オートアラーム、港湾無線電話機も装備している。港湾無線電話機は操舵室およびサロン近くより送受信できる配置としている。レーダーは5.6センチ波出力40kW のレーダーと8.6

ミリ波出力30kWの2基をもち、レーダーによる航行を容易にするとともに、ミリ波レーダーにおいては電子カーソル、レピーターおよび計算機出力結合装置を付加し後述の電子計算機へ接続され計算要素に供している。運航用としデッキナビゲーター、ロランが装備されている。ロランは2基あり、1基は実習船橋で訓練生用として使用する。

5. 実験的設備

本船には実験的要素を含んだ設備として電子計算機、波浪計測装置、動揺加速度計、錨鎖係留索張力計、推力計および各種記録装置を装備しているのでそれらの概略を下記に紹介する。

5.1 電子計算機

電子計算機搭載の研究課題として、

- (a) 電子計算機の船用としての耐環境性についての確認試験
- (b) 航海運用、機関管理などにおける諸計算、記録、監視の自動化についての電子計算機の実用試験
- (c) 検出器、信号変換器、表示器などの周辺装置の開発ならびに実用試験
- (d) 航海、機関運転のオン・ライン制御方式の研究
- (e) 航海運用、機関管理などの諸演算についてのプログラムの研究開発
- (f) 自動航行システムの基本方式の研究

などをとりあげて、記憶容量10進10桁で6,400語の磁気ドラムを記憶装置としたプロセス用電子計算機を搭載した。(写真18) 計算内容は航法計算、衝突条件計算、停止隋力計算、積付区画計算および機関管理計算の5種類である。

“航法計算”では自船の推測位置および推定位置の計算および記録を行ない、これに関連する周辺装置として“NAVIGATION DATA DISPLAY”(写真19)、“X-Y RECORDER”(写真20)および“IBM SELECTRIC TYPEWRITER”がある。

“衝突条件計算”では主に他船との衝突の危険の有無を計算する。これに関連する周辺装置として“RADAR DATA DISPLAY”とミリ波レーダーの指示器がある。

“停止隋力計算”では自船の現対水速度に対し“SLOW ASTERN”、“FULL ASTERN”等をおかけた時に自船が停止するまでの時間とその航走距離を計算する。これに関連する周辺装置として“STOPPING DISTANCE DISPLAY”(写真21)がある。

“積付計画計算”ではGMおよびトリム計算を行なうが、これに関連する周辺装置として“CONDITION

SETTING BOARD”と“FRIDEN FLEXO WRITER”がある。

“機関管理計算”では主機関のヒート・バランス計算関係の32項目の計算をする。

以上の計算に対し自動的にオン・ラインではいる信号として進行方位、対水速度、風向、風速、主機回転数、主機馬力、主機吸入空気量、主機燃料流量、主機冷却水量、冷却水入口温度、冷却水出口温度、海水温度、大気温度がある。

5.2 波浪計測装置

F. P. 前方約8.3m, L. W. L. 上方約10mのところにはブームで支持されたドームの中に垂直ジャイロにより制御される人工水平台(写真22)があり、その人工水平台に装備されたレーダーと上下方向の加速度計により相対波高(3~20m)、絶対波高(0~±7m)および出合い周期を計測し記録する。

5.3 動揺加速度計

船体中心付近に垂直ジャイロ、加速度計を装備し、ローリング(±35°)、ピッチング(±15°)と上下加速度を計測し記録する。波浪計測装置の人工水平台はこの垂直ジャイロにより制御されている。

5.4 錨鎖係留索張力計

錨鎖張力(50t)と3本の係留索の張力(20t)を計測し記録する。この張力は操舵室内に表示される。

5.5 推力計

8tのロードセル12個(前進用6個、後進用6個)をスラスト・パッドに埋込んで前後進の推力を計測し記録している。

5.6 各種記録装置

上記記録装置のほかには進行方位、速度および舵角を1台の記録器に、エンジン・テレグラフ・オーダー、主軸回転数、主軸馬力、主軸トルク、推力を1台の記録器に記録している。

む す び

諸機械、諸装置の慎重な調整を終り、43年11月初旬数日にわたり、館山沖で、諸試験ならびに試運転を行ない当初の計画を上廻る好成績を得ることができた。

以上本船の概要を述べたが、今後本船が背雲の志を抱いた若者の良き修練の場であるとともに将来の運航、造船技術に貴重な指針を提供することを心から期待するものである。

終りに本船の建造に当たり、計画当初から航海訓練所の皆様にご指導をいただいたことを深く感謝いたします。

1,500GT 貨客船 あまみ丸

三菱重工業株式会社下関造船所

まえがき

本船は船舶整備公団および大島運輸株式会社殿のご注文により建造されたわが国最大の共有貨客船にて、昭和43年3月18日に完成し、現在奄美大島航路において離島開発の一翼をになつて鋭意活躍中である。

本船は定期貨客船として同航路の特殊事情を充分勘案して計画されたものであり、その計画過程で特に留意した点について述べ参考に供したいと考える。

本船建造にあたり、船主殿よりご要望があった基本的事項はつぎのとおりである。

- | | |
|----------|--------------------------|
| (1) 総噸数 | 約1,500 T |
| (2) 航海速力 | 約17kn |
| (3) 旅客定員 | 約450名(近海) |
| (4) 貨物容積 | 約550m ³ (ベール) |
| (5) 甲板貨物 | 常時搭載 約60 t |

1. 性能関係

本船は本邦航路の中で最も海象が厳しい鹿児島～奄美大島航路に就航するため、安全性も最優先とし、優れた耐航性能を有するよう計画した。同航路では、牛、豚、車を含めて種々の雑貨が甲板貨物として常時搭載されるので、復原性能には特に留意するとともに、現在では規程の適用をうけない区画規程(1区画没水)も満足するよう配慮されている。

速力に関しては、大島諸島のうちにはまだ岸壁が整備されていないところもあり、沖ではしけから乗降するため従来の船の速力では夜間入港となり非常に危険であるので、航海速力17knとしてこれらの問題を解消した。

また各港は比較的浅く、且つ狭いため、良好なる操縦性能が要求されたので舵面積を大きくして($1/11 \cdot Ld$)同性能を満足せしめた。

2. 船殻構造

船体の大きさの割に高出力の機関を搭載するため、不均衡力の小さい気筒数の機関を選んで振動の源を未然に防ぐと同時に、機関室はもちろん、上部客室にも、適所に鋼壁およびビラーを設けて客船として最も不具合な振動の防止には充分なる注意が払われている。

構造方式は横肋骨式とし、上部構造部材は広範囲にわ

たりハットウォールを使用し、重量軽減、重心低下および歪防止を図った。また本船は接岸頻度が非常に多いために接岸部分の外板の板厚を増厚し、さらに船側縦通材を特に増設した。なお甲板間高さは、総噸数および復原性の関係より2.20mとしたが、これは甲板下縦桁をできるだけ浅くして、クリヤーハイトの確保につとめた。

3. 一般配置

一般配置を決定するにあたり、基本的構想をのべるとつぎのとおりである。

船型は船首尾に貨物艀を有する長船尾楼付一層甲板船で、機関室を船体中央部に配置し、機関室長さを極力短縮して2等旅客定員の増加を図るとともに、容易に適度のトリムが確保できるようにした。

つぎに客船でその配置に最も苦慮される調理室は鹿児島港における接岸舷が右舷であるため、上甲板右舷中央部の機関室直上に配置して給排水の処理をも便なるよう配慮した。そして調理室のすぐ横に設けたダムウェイターを通じて調理室と各甲板の配膳室、また調理室と糧食庫を直結させて一元化し、サービスの合理化を図った。

なお今後の近距離航海の客船ではある程度陸上でつくられた食品を利用することにより賄関係はもっと合理化を進めていく必要があろう。

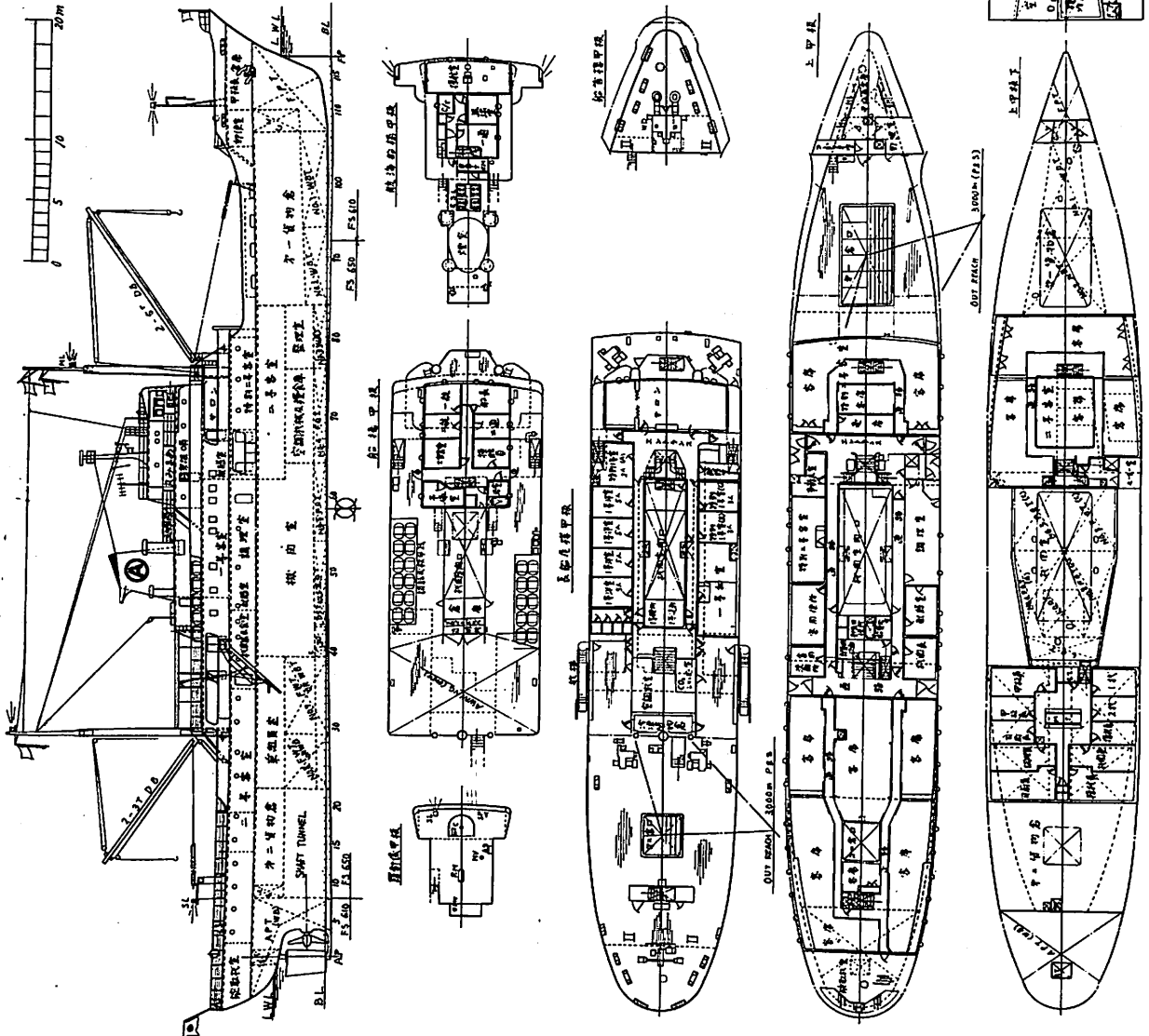
つぎに旅客区画はできるだけ乗心地のよい中央部にまとめ、船尾楼甲板を上を1等旅客区画とし、特別2等区画は上甲板中央部、2等区画は上甲板後部および第2甲板上前部に設けた。乗組員室はそれぞれの職能に応じて合理的に配置し、旅客区画と乗組員区画はほぼ完全に分離せしめた。

旅客の脱出系統は、階段を下層甲板から上層甲板まで同じ位置を通して単純化し、非常時の誘導を容易にし、また便所、浴室、洗面所等も艀装工事の簡易化をねらって各甲板ともほぼ同じ位置に配置した。

4. 旅客設備

インテリアデザインについては離島開発と観光を目的とした船としてデザインを考慮した。装飾のデザインもサロン、スモーキングルーム、エントランス、1等客室に焦点を絞り機能的にまとめた。デザインの特長として装飾色彩的に主力をおき、陽光の強い南海の大島航路にふ

LPP 75.6
 B.M.O 12.00M
 D.M.O 5.50M
 G.M.O 4.10M
 G.T 1,595.15 T
 ENGINE 2 3,900 H.P. 11.7 M
 SPEED (MAX.) 16.879 K
 (SERVICE) 17.688 K
 排水量 (全) 1,595.15 T
 排水量 (空) 1,170 T
 航速 (全) 17.688 K
 航速 (空) 16.879 K

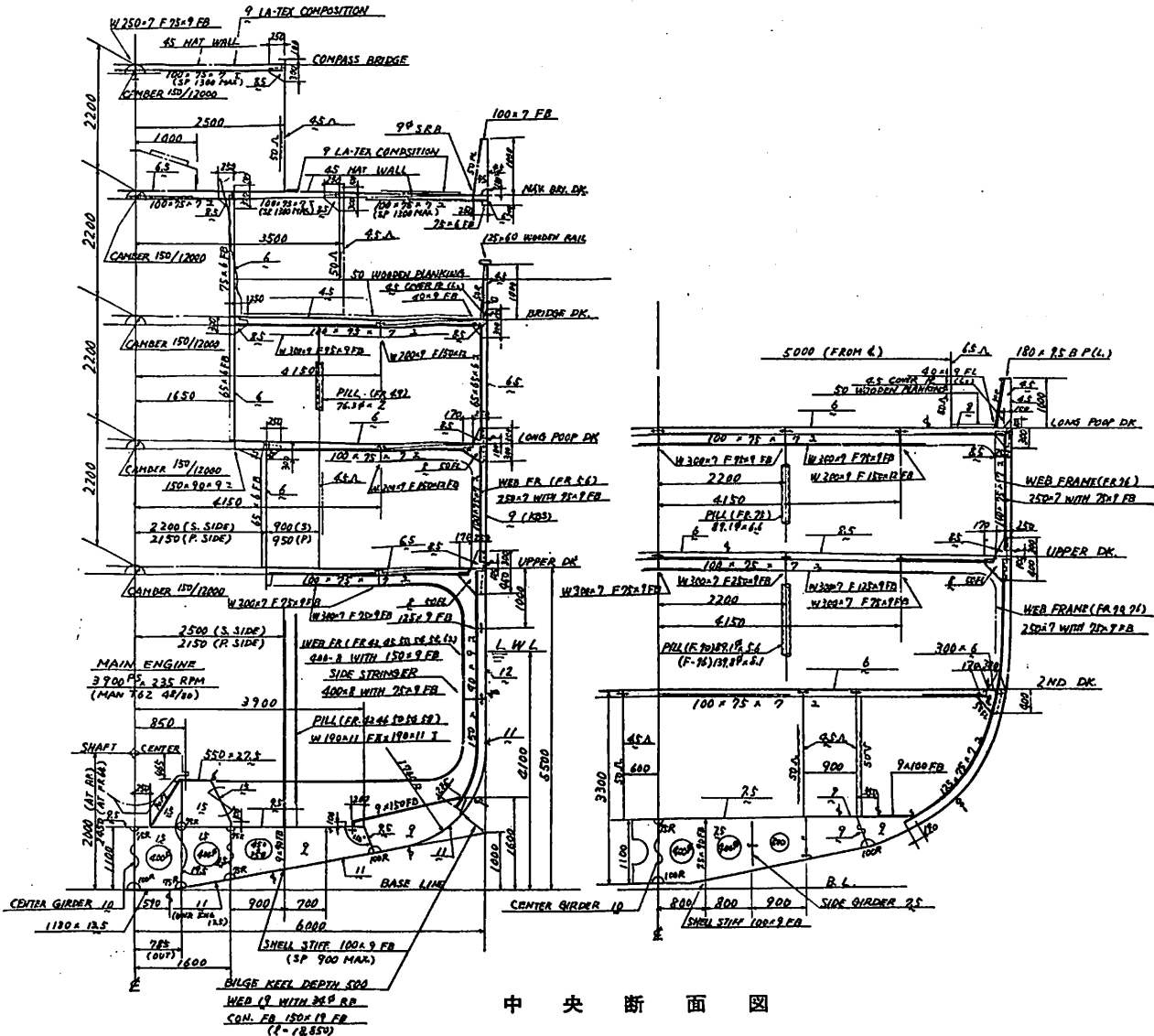


貨客船 あまみ丸 一般配置圖

EQUIPMENT NUMBER		
L x (B + D)	75.00 x (12.00 + 15.50)	= 1313
F'CLE	7.59 x 2.20 x 3/4	= 13
LONG POOP	((8433 + 7.80) x 2.2 x 3/4) + (3.55 x 2.2 x 1/2)	= 83
DK HOUSE ON LONG POOP DK	((11.00 x 2.2 x 3/4) + (2.41 x 7.90) x 2.2 x 1/2)	= 64
" " BRIDGE DK	2.670 x 2.20 x 1/2	= 23
" " NAK.BRI.DK	8.40 x 2.20 x 1/2	= 9
TOTAL		1485

EQUIPMENT (1410-1550)		
STOCKLESS BOWER ANCHOR	3 x 1710 ^{kg} (EACH) 5430 ^{kg} (TOTAL)	
STUD LINK CHAIN CABLE (GRADE B E.WELD)	42 mm φ x 500 m x 1	
TOW LINE (STEEL WIRE) (6 ⁵ x 12 ^m)	28 mm φ x 165 m x 1	
HAWSER (MANILA ROPE)	50 mm φ x 165 m x 2	
" (")	40 mm φ x 165 m x 2	

CLASS: JG 近海区域(非国际) 货客船		
PRINCIPAL DIMENSIONS		
LENGTH (PP)		75.00m
BREADTH (MLD)		12.00m
DEPTH (MLD)		5.50m
DRAUGHT (DESIGNED & SCANTLING)		4.10m
SHEER	UPP DK SIDE LINE AT FP	1.00m
	" " " " A.P.	0.36m
CAMBER OF DK (2ND DK 0)	OTHER	0.15m
RISE OF FLOOR		1.00m
RADIUS OF BILGE CIRCLE		1.74m
STARTING POINT OF RISE OF FLOOR		0.59m
NORMAL TRIM	AFT	1.00m
DECK HEIGHT (ALL DK)	AT E	2.20m
FRAME SPACE (APT-FR-E, FR2-FR3)	FORE 0.610 ^m FR-72	0.650 ^m
DESIGNED SPEED (AT FULL LOAD MCR NO SEA MARGIN)		17.3 Km



中央断面图

さわしい明快な色彩を使用した。例えば壁、家具類について従来の化粧単板貼りのややもすれば暗くなりがちなものをすべてメラミンプラスチック化粧板を使い明るい近代的なものにまとめた。

(1) 公室 (サロン, スモーキングルーム)

壁は従来の木目を使用せず、単色のメラミン化粧板を使用し、家具についても赤白背の色調をうまく調和させ近代的でシンプルな感じを出した。正面には大島 (名瀬港) の風景をポリエステル仕上 (キョライト) として配置し、サイドボード上には鉄板切抜材で大島をモチーフとしたパターンをクラフト的に味を出しダウンライトにてなお一層の効果をあげた。スモーキングルームにはサイラ積層の花台を一边に配置しスタンドランプと装飾時計とでアクセントをつけた。扉はアクリライトを使用し、サロンとスモーキングルームの間はアコーデオンドアを装飾した。

(2) 特別1等客室 (3室)

家族室として3室を設け、1室は着落きのある年配向きに配色し、2室は新婚部屋を思わすような若い人向きの色調とした。ベッドはダブルベッドとし、窓側にスライディング式のソファベッドを設け、床はカーペットを敷詰め、壁はメラミン化粧板を使用し、ゴージャスなムードが溢れる部屋としてあり、快適な船旅を楽しめるよう配慮している。

(3) 1等和室

日本調を強調し、床間および和風障子 (擬装) を設け、天井は杉板とし、壁はビニールクロス貼り、床はエアーステップ上カーペット敷詰め、落ち着いたやすらぎのもてる部屋とした。

(4) 特2等客室, 2等客室

大部屋方式で、床はエアーステップ上カーペットを敷詰め、壁は1等と異なり木目ポリエステル化粧板とし、天井は合板ペイント仕上げとした。荷物棚、更衣所、鏡等を装備し、カラーテレビを設けた。

(5) 調理室, 配膳室

調理関係は約500名の食事を賄うため各甲板に配膳室を設け、調理室と配膳室間にダムウェイターを設けた。

主な調理機器は下記のとおりである。

プロパンレンジ	2台
プロパン炊飯器 (1斗炊)	1台
ライスボイラー (3斗炊)	2台
スープボイラー (2斗炊)	2台
万能調理機	1台
洗米機 (電動式)	1台
電気冷蔵庫	4台
ウォーターボイラー (蒸気式)	4台

5. 艦装一般

カーゴ・ウインチの機種決定に当たっては種々論議されたが、客船ということで結局騒音の少ない、且つ清潔感のある電動ウインチが採用された。そしてこれにトッピングユニットを組み合わせて能率向上を計っている。

冷暖房システムはセントラル方式とし、スペースの関係で二系統とした。本航路では真冬でも多客の場合は大部屋では冷房を必要とすることさえあるときいている。

先に述べたように種々雑多の貨物を常時甲板積みするため、木甲板には比較的硬い材質を有するアピトンを使用し、特に牛の爪による木甲板のいたみを防止した。

また旅客の出入りのはげしい舷門部はチーク張とした本船のごとく機関室を船体の中央に配置する場合、旅客区画を乗心地の良い中央部にあつめると、機関室囲壁を囲む形となり、機関室より発する騒音は旅客に不快感を与えやすい。これに対して機関室直上の機関室囲壁および旅客室床は充分なる防音または遮音工事を施し、騒音の没入をシャットアウトした。

サロンの前窓は本航路の海象を考慮して、角窓を止めてすべて強化ガラス入りの丸窓とした。また汚物管も大きいパイプを使用し、物がつまらぬよう配慮されている。

6. 機関部

本船機関部計画には特につぎの点に考慮が払われた。

(1) 主機関の性能および寸法

(2) 機関室スペースの縮少

(3) 低廉且つ効果的な自動化の採用

上記の諸要求を満足する最適機関として信頼性および耐久力 (定期運航確保) は勿論、始動および低速性能 (各寄港地は港湾施設が貧弱な上にさんご礁が多く、高度な操船技術が要求される) が一段と優れた、且つコンパクト (旅客定員および貨物容積の確保) な三菱T Z形ディーゼル機関が採用された。

自動化については通常2名の当直員で運航監視が行なえるよう主機関操縦ハンドルの近くに主補機の計器、警報盤および運転表示灯を集中配置し、この場所で主補機の運転状態および作動状態が確認できるよう考慮した。

発電装置は客船においては特に重要で、その容量および機種の手配には極めて慎重な配慮がなされた。すなわち原動機は低過給機関とし、負荷率を下げた開放時間の大幅延長と信頼性の向上を図った。

また発電機3台方式を改めて、2台方式 (夏季冷房使用時以外は1台運転) としてコストおよび据付けスペースを節減した。

要 目 表

1. 船 体 部			
(1) 主要寸法			
全 長		83.04m	
長 さ (垂線間)		75.00m	
幅 (型)		12.00m	
深 (型)		5.50m	
計画吃水 (型)		4.10m	
(2) 屯数等			
総屯数		1,505.35T	
純屯数		714.37T	
航行区域	近海	(鹿児島〜与論島)	
船 級	JG		
(3) 船型および甲板間高さ等			
船 型	長船尾楼付一層甲板型		
舷 弧 (前 部)		1.00m	
(後 部)		0.30m	
梁 矢 (第二甲板)		0 m	
(その他の甲板)		0.15m	
甲板間高さ		2.20m	
(4) 速力等			
試運転速力 (主機10%過負荷)		18.99kn	
航海速力 ($2/3$ D.W. 85%出力, 15%シーマージン)		17kn	
		14.1t/day	
燃料消費量		14.1t/day	
航続距離		2,490浬	
(5) 旅客定員および乗組員数			
(a) 旅客定員	[近海]	[沿海]	
特別1等室	8名	8名	
1等洋室	20名	20名	
1等和室	23名	23名	
特別2等客室	88名	88名	
2等客室	318名	374名	
合 計	457名	513名	
(b) 乗組員			
[甲板部]	[機関部]	[事務部]	
船長 1	機関長 1	事務長 1	
1航 1	1機 1		
2航 1	2機 1		
3航 1	3機 1		
計 4名	4名	1名	
甲板長 1	操機長 1	司厨長 1	
操舵員 3	機関員 3	調理員 3	
甲板員 4	操機員 3	司厨員 5	
計 8名	7名	9名	
予備員		4名	
乗組員合計		37名	
最大搭載人員		550名	
(6) 貨物艙およびタンク容積等			
貨物艙 (ペール)		538.85m ³	
冷凍貨物艙		15.51m ³	
郵便庫		9.79m ³	
手荷物庫		10.79m ³	
タンク容積			
燃料油 (A)		28.96m ³	
燃料油 (B)		87.27m ³	
滑 水		207.14m ³	
脚荷水		429.83m ³	

(7) 甲板機械等			
揚錨機	電動	9/4.5t×9/18m/min	1台
係船機	電動	4/2t×15/30m/min	1台
操舵機	電動油圧	5.5kW	1台
粗食冷凍機	フロン直膨式	2.2kW	1台
ゴムウェイター	電動	0.15t×20m/min	1.5kW 1台
揚貨機	電動	3t×40m/min	4台
トッピングユニット			4台
(8) 救命装置			
救命筏	甲種 (25人乗)		22個
	一斉投下装置付		
救命胴衣			605個
救命浮環 (内2個索付)			6個
(9) 消火装置			
貨物艙	CO ₂ 消火装置		
機関室	CO ₂ 消火装置		
居住区	海水および持選式泡末消火器		
	押ボタン式火災報知器		
(10) 冷暖房装置			
適用場所	全客室 全乗組員室		
方 式	セントラル方式		
冷凍機	横型高速多気筒圧縮機	30kW×2台	
冷却水ポンプ		7.5kW×1台	
送風機	ターボ型	11kW×1台 15kW×1台	
(11) 通風装置			
貨物艙	自然通風		
機関室	機械通風		
衛生区画	機械通風および自然通風		
(12) 属具備品			
艙装数		1,485	
大 錨	ストックレス	1,710kg×3	
大錨鎖	電接2種	42mm×500m	
挽 索	鋼 索	28mm×165m×1	
大 索	マニラロープ	50mm×165m×2	
小 索	タ	40mm×165m×2	
(13) 航海計器等			
磁気コンパス			2
レーダー			1
測程機械			1
舵角指示器			1
主機回転計			1
風向風速計			1
テレグラフ			1
2. 機 関 部			
(1) 主機械			
型式	三菱 T 6 Z 48/60型ディーゼル機関	1基	
出力	連続最大 3,900PS×235rpm		
	常用 3,500PS×227rpm		
(2) 発電機			
原動機	ディーゼル	270PS×720rpm	2台
発電機	AC 450V	225kVA	2台
(3) 補助ボイラー			
型 式	立形フレミング		1台
蒸発量	500kg/h×7kg/cm ² g		
(4) プロペラ			
型 式	5翼一体型		1基
直径×ピッチ	3.00m×2.690m		

撒積船「仁光丸」の合理的無人機関室について

浦賀重工業株式会社
船舶事業部設計部

1. まえがき

金華山丸に始まった船舶機関部の自動化は、日本船においてはほとんどそのグレードの差異はあっても全新造船に適用され、外国船においても最近は相当高度の自動化を採用されたものも新造されるようになってきた。しかしながら、ここ数年間は日本船においては自動化の反省期であり、名目的な自動化よりも、人員の削減を考えた経済的自動化の研究、および自動化機器の信頼性の研究に主眼がおかれているようである。しかるに、3年前NV船級協会において“E0”級（無人機関室）の規則が定められ、つづいて無人機関室に対し、BV船級協会の“AUT”級およびLR船級協会の“UMS”級が発表された。AB船級協会、NK船級協会ではまだこのような“級”船についての規則は公布されていないが、現在すでに検討、草案作成中であり、乗組員の削減および乗組員の労働条件の改善は時代の流れに沿った船舶建造の必須の要素となってきた。これで一時停滞していた船舶機関部の自動化は画期的な進歩および改変が起こる時代にはいったともいうことができる。この時期にあたり、当社第905番船“仁光丸”（三光汽船株式会社殿向）の機関部には、従来の自動化とその趣きを異にした自動化を採用し、成功裡に試運転を終了し、昨年11月29日引渡しを終った。

本船の機関部の自動化は従来いわゆる“高度の自動化”に含まれる高度の自動制御・遠隔操縦・高度の自動監視・記録などにはあまり固執せず、“機関室が無人状態”になっても、機関部は安全に運転され、異状が起こった場合は直ちに適切な個所に警報されることに自動化の主眼がおかれた。したがって、本船の自動化は、従来の自動化より、今後、日本船でも考えられるであろう合理的な無人機関室自動化の方向へ向って、一歩あゆみ出したものといえる。

以下、本船機関部自動化の概要を説明する。

2. 機関部自動化の概要

本船の機関部自動化を計画するに当たっては、機関部員の大幅な減員と、それによって付随的に発生する監視・警報業務を、極力自動化することを目標とした。そのため、主機械の遠隔操縦、補機類の遠隔制御、発電機の自

動運転、機関室の火災警報、諸装置の自動制御および諸計器の集中監視ならびに警報などの諸装置を設けて、労力の節減、安全運転、装置の高効率化、迅速な処置が行なえるようにした。

以下に本船に採用された機関部自動化の内容の中で、今まであまり他船で試みられなかったものについて述べる。

2.1 機関部の主要目

- (1) 主機械 浦賀スルザー 7 R D68
連続最大 8,700BPS×145rpm
常用 7,830BPS×140rpm
- (2) 発電機 280kW, 445V, AD, 6 PSTb—22
420BPS, 720rpm×3台
- (3) 補助ボイラー 浦賀コーナーチューブ型
UCM—12
- (4) 排気エコノマイザー 強制循環式
7kg/cm² G, 900kg/h

2.2 主機械の遠隔操縦

主機械は操舵室および機関室内に設けた集中制御室の2個所から遠隔操縦ができる。機能および操作方法の詳細については後述するが、基本的な考え方は下記のとおりである。

(1) 操舵室からの遠隔操縦

操舵室からは、1本のテレグラフ・レバーを従来のテレグラフと同様に機関室へ指令するだけで、主機械の発停、前後進の切換え、増減速などの自動制御が電気空気式遠隔操縦装置を介して行なわれる。従来のシンクロ型のエンジン・テレグラフを、そのまま速度設定器に兼用すると、操船上不都合が生ずるので、Finished with engine, Stand by, Running up の3つの指令は、別置きを押ボタン式サブ・テレグラフとした。操舵室の主機械操縦卓上の計器類は、航海士が操作するのに最小限必要な程度に留め、不必要に多くの計器類を配列して煩雑化することを避けた。操舵室にて自動運転中、主機械に関係ある個所の故障発生程度の大小により、自動減速あるいは自動危急停止などの制御も可能とした。

(2) 集中制御室からの遠隔操縦

オリジナルの機側操縦ハンドルをすべて廃止して、それらをメカニカル・リンクロッドで集中制御室まで延長し、労働条件のよい集中制御室から、従来の操作と全く

同一に機械式手動遠隔操縦が行なえるようにした。集中制御室には制御卓・計器盤・警報盤などを合理的に配置し、緊急操船時を考慮して、危急停止装置および自動減速装置のキャンセル・スイッチも設けてある。また、操縦位置切換スイッチは集中御制室のみに設けて、主機械操縦の主権を機関室側に持たせた。

2.3 ディーゼル発電機の自動化

ディーゼル発電機関は集中制御室から遠隔発停が行なえるようにし、また回転数低下、無電圧および過負荷による予備機の自動起動、自動同期ACB投入、自動負荷配分などの装置を装備した。この自動起動および自動並列運転装置は、発電機1台運転中急激に負荷が増加し、過負荷になった場合、

稼働機のACBの過負荷遮断が働く以前に、予備機を並列運転に引き入れ船内電源を常に正常状態に維持しておくことを目的としたものである。なお、本発電機の自動化については、詳細に後述する。

2.4 補機の自動化

推進に必要な重要電動補機は、その用途に応じて吐出圧力の低下または稼働補機電動機の無電圧を検出するなどして、予備補機を自動起動させ、その系統の異常を自動的に正常に復帰させるようにした。そのほか圧力・液面または温度などを一定の範囲内に保持するため、補機の自動発停、頻繁に運転する補機の集中制御室からの遠隔発停、電源復帰後の重要補機のシーケンス再起動など

表1 発停要領、運転表示および異状停止警報、自動再起動

機 器 名 称	台 数	予 備 機 自 動 起 動	自 動		遠 隔		運転表示および異常停止警報	自動再起動
			発	停	発	停		
主 空 気 圧 縮 機	1	—	—	○	○	—	※	
補 助 空 気 圧 縮 機	2	—	○	○	—	—	※	○(自動のみ)
主 源 水 冷 却 水 ポンプ	1	—	—	—	○	○	○	○
シリンダ用 潤滑水冷却水ポンプ	1	—	—	—	○	○	○	○
ピストン用 “	1	—	—	—	○	○	○	○
予 備 潤 滑 水 冷 却 水 ポンプ	1	—	—	—	○	○	○	○
燃 料 弁 循 環 水 ポンプ	2	無電圧	—	—	○	○	○	○
潤 滑 油 ポンプ	2	吐出圧低	—	—	○	○	○	○
燃 料 油 プ ー ス タ ポンプ	2	無電圧	—	—	○	○	○	○
燃 料 油 移 送 ポンプ (バンカー油)	1	—	○	○	○	○	※	○(自動のみ)
“ (ディーゼル油)	1	—	—	○	—	—	※	
発 電 機 用 海 水 冷 却 水 ポンプ	1	吐出圧低 (就航中のみ)	—	—	○	○	○	○
消 防 ・ 雑 用 水 ポンプ	1	—	—	—	○	○	○	
ビ ル ジ パ ラ ス ト ポンプ	1	—	—	—	○	○	○	
ビ ル ジ ポンプ	1	—	—	○	○	○	※	
船 尾 管 軸 受 用 潤 滑 油 ポンプ	1	—	—	—	—	—	○	
補 助 ボ イ ラ 燃 焼 装 置	1	—	○	○	○	○	※	○(自動のみ)
給 水 ポ ン プ	2	無電圧	—	—	○	○	○	○
缶 水 循 環 ポ ン プ	2	無電圧	—	—	○	○	○	○
サ ニ タ リ ー ポ ン プ	2	—	—	—	—	—	○	○
清 水 ポ ン プ	1	—	○	○	—	—	※	○(自動のみ)
飲 料 水 ポ ン プ	1	—	○	○	—	—	※	○(“)
燃 料 油 清 浄 機 (バンカー油)	2	—	—	—	—	—	○	
潤 滑 油 清 浄 機	1	—	—	—	—	—	○	
機 関 室 通 風 機	3	—	—	—	○	○	○	
造 水 装 置 (エゼクターポンプおよび復水ポンプを一括)	1	—	—	—	—	—	○	
操 舵 装 置 (電動機)	2	—	—	—	—	—	○ (含過負荷)	○
附 用 冷 凍 装 置 (圧 縮 機)	2	—	○	○	—	—	○	○(自動のみ)
同 上 用 冷 却 水 ポンプ	1	—	○	○	—	—	○	○(“)

備考 1) 消防・雑用水ポンプは、船橋・上甲板からも遠隔起動可能なものとする。
2) ※印は運転表示のみ

も行なった。

これら補機の運転監視としては、単なる停止警報としたのでは意識的な手動操作停止あるいは自動停止で停止した場合に不必要に警報を発し、真の異常と混同を起こすおそれがあるため、上記正常停止要素はすべてカットアウトし、異常停止だけを検出して警報を発するシステムとした。

補機の特種制御を項目別によると表1のとおりである。

2.5 その他の自動化

主機械および発電機の運転に最も重要な冷却水・潤滑油・燃料油などは、流量調整弁によって自動温度制御を

行なうようにした。補助ボイラーは自動噴燃装置によって蒸気圧の調節ならびに燃料および空気の流量調節を自動的に行ない、給水は自動給水制御弁を設けて、ボイラー内の水位調整を行なった。

排気エコマイザーには、一定蒸気圧以上になった場合、余剰蒸気を自動的に補助復水器に逃がすよう、自動圧力調整弁を設けて蒸気ドラムの圧力制御を行なった。

圧縮空気系統としては、主機械の始動空气管系に始動空気中間弁を設けて、操舵室主制御卓および集中制御室から遠隔操作できるようにした。

制御用空気系統には空気湿分離器を設けて、各種空気式制御機器の保護をはかった。

燃料油清浄系統および潤滑油清浄系統としては、それぞれの加熱器に、油温が一定になるよう調節するため、温度調整弁を設けて清浄機入口温度を自動制御した。

タンク類の温度および液面の自動化は下記のとおりである。

(1)タンク内温度制御

バンカー油澄タンク	直動式温度調整弁
バンカー油常用タンク	◇
燃料弁循環水タンク	◇
清浄機用温水タンク	◇

(2)タンク液面制御

バンカー油澄タンク	燃料油移送ポンプ自動発停 (高低油面)
バンカー油常用タンク	オーバーフロー式
ディーゼル温澄タンク	
燃料油移送ポンプ高油自動停止	
清水膨脹タンク	自動補給
燃料弁循環水タンク	◇
カスケードタンク	◇
清浄機温水タンク	◇
清浄機用作用水タンク	◇
ビルジタンク	ポンプの自動発停・遠隔発停

2.6 監視および警報

制御室において集中監視するため、推進関係の主要機器およびその系統各部の温度・圧力・液面などの諸計器ならびに警報装置を表2および表3のとおり装備した。これらのものは表1の警報装置と組合わせて装置ごとにグループに分け、容易に集中監視ができるよう主機械制御卓と一体とし、合理的な配置とした。

エンジンの各スカベンジング・ダクト内の異常過熱温度の発生を監視・警報するようにした。

機関室内の火災発生を発見するために、20個所にイオン式火災感知器を設け、警報するようにした。

機関室無人運転中になんらかの異常が発生することを考慮して、居住区警報装置を設けて特定の機関士室（当番機関士室）に警報を発生し、処置が迅速に行なえるようにした。なお、機関部最高責任者の居室である機関長室、および操船を扱う操舵室などにも特定の機関士室と並列に警報する。この可聴警報は当番機関士が制御室で所定の処置を行なうまで警報状態は継続し、処置の有無が機関長室・操舵室などで確認できるよう考慮した。本警報装置については5.において詳述する。

3. 主機械の遠隔操縦

3.1 概要

本船の主機械操縦方法には、機関室に設けた集中制御室からの機械式（手動操縦）と、操舵室からの電気制御空気圧駆動方式（自動操縦）とがある。機械式は制御室において必要なハンドル類を操作することにより、従来

表2 遠隔指示計器一覧表

計器計測箇所	計測点				
	圧力	温度	液面	回転数	流量
主 機 械 関 係	潤滑油主軸受入口	1	1		
	◇ クロスヘッド入口	1			
	シリンダー冷却清水入口	1	1		
	◇ 出口(各筒)		※7		
	ピストン冷却清水入口	1	1		
	◇ 出口(各筒)		※7		
	燃料弁循環水入口	1			
	◇ 出口(共通)		※1		
	燃料油主機入口	1	1		1
	海水	1	※1		
	掃気入口	1			
	空気冷却器, 空気出口			2	
主機械過給機				1	
始動空気(中間, 前後)	各1			1	
排ガス各シリンダー出口		◎7			
排ガス各過給機出口		◎2			
電 機 機 関 発 係	潤滑油入口	3	3		
	シリンダー冷却清水入口	3	1		
	排ガス {各シリンダー出口 過給機出口}		※18 ◎3		
	冷却海水入口	1			
そ の 他	補助ボイラー蒸気ドラム	1		1	
	燃料油清浄機油加熱器出口		※2		
	潤滑油		※2		
	バンカー油澄タンク		※1	1	
	◇ 常用タンク		※1	1	
	ディーゼル油澄タンク			1	
	◇ 常用タンク			1	
主空気だめ	2				
制御用空気系統	1				

- (備考) 1. 圧力計はブルドン管式とする。
 2. 温度計は電気抵抗式とする。
 3. ※印は多点切換式温度計（ロータリースイッチ付）にまとめて装備する。
 4. ◎印は自動打点記録式温度計とする。
 5. 液面計は空気圧式とする。

表3 警報点一覽表

警 報 箇 所		警 報		
		圧 力	温 度	液 面
主 機 械 関 係	ジャケット冷却清水入口	低	高(7点-1灯)	
	ジャケット冷却清水出口			
	ピストン冷却清水入口	低	高(7点-1灯)	
	ピストン冷却清水出口			
	潤滑油 { 主軸受入口	低	高	
	{ クロスヘッド入口			
	{ 推力軸受前進側	低	高	
	燃料弁循環水入口			
	燃料弁循環水出口	低	高	
	燃料油入口			
	燃料油入口(2次)こし器	差高圧	高・低	
	過給機冷却水出口			
	過給機潤滑油溜	各シリンダー注油管の中1本のみ	高(2)	
	掃気溜		高(4)	
	掃気緩衝室		高(7)	
シリンダーオイル給油停止	各シリンダー出口	高(7)		
排気ガス {		高(7)		
{ 過給機出口		高(8)		
潤滑油ドレンタンク(二重底)	低	高	低(1)	
ピストン冷却清水タンク				
燃料弁循環水タンク				
燃料弁循環水集合管				
潜水膨張タンク				
主海水冷却水ポンプ吐出	低			
発 電 機 関 係	冷却清水入口	低(8)	高(8)	低(8)
	冷却清水出口	低(8)		
	潤滑油入口	低	高(8)	
	発電機用海水冷却水ポンプ吐出		高(18点-3灯)	
	潤滑油ドレンタンク			
排気ガス {		高(8)		
{ 各シリンダー出口				
その他	危急遮断装置作動 予備機起動不能 A/C投入不能 異常停止(無電圧)			
軸 系	中間軸受		高(2)	低 低
	船尾管船尾側軸受		高	
	船尾管船首側シーリング用重力タンク			
	船尾管用潤滑油重力タンク			
蒸 気 発 生 装 置	補助ボイラードラム	高・低 {非常遮断警報 (不着火)		◎高・低
	補助ボイラー噴燃装置			
	給水こし器		高	高・低
	補助復水器・復水			
そ の 他	空気圧縮機	安全装置作動 高・低 高・低 閉弁不良 閉弁不良	◎高・低 オーバーフロー ◎◎低・低 ◎◎高・低 ◎◎高 ◎◎高 ◎◎高 ◎◎高 ◎◎高 ◎◎低 ◎◎低	
	主空気だめ			
	制御用空気系統			
	燃料油滑浄機			
	潤滑油滑浄機			
	パンカー油澄タンク			
	パンカー油澄タンク			
	パンカー油常用タンク			
	ディーゼル油澄タンク			
	ディーゼル油常用タンク			
	パンカー油オーバーフロータンク(二重底)			
	スラッジタンク(燃料および潤滑油)			
	潤滑油汚油タンク			
	ビルジタンク			
	船尾側ビルジウエル(片舷のみ)			
滑浄機用温水タンク	高			
滑浄機用作用水タンク				
造水装置塩分濃度/復水系統	高濃度(各1)			

注：◎印は制御装置を含め船体動揺による液面変動を区別するための遅れタイマーを装備する。

の機側操縦と同様の操縦を行なうものである。

操舵室からの電気制御空気圧駆動方式は、当社と日本電気株式会社とで共同開発したものであり、本船のものは、日本電気株式会社の系列会社である安立電気株式会社によって製造されたものである。

3.2 操舵室からの自動操縦

操舵室内操縦スタンドのテレグラフ発信機を操作するだけで、下記の全操作を自動的に行なうことができるようになっている。

すなわち

- (1) 起動空気の投入および遮断
- (2) テレグラフ受信機との連動による主機械カム軸の前後進切換え
- (8) テレグラフ受信機の応答(テレグラフ発信機の各区分の指令に対し、連続的に追従する)
- (4) 主機械起動時の燃料ハンドルの設定
- (5) 主機械回転

数のプログラム制御、および所要回転数の維持

- (6) 主機械の逆転
- (7) ブレーキ・エアの投入
- (8) 振り振動による危険回転数の自動回避
- (9) 主要補機故障による自動減速運転、および自動停止
- (10) 各種の警報表示、およびインターロック操作

主機回転数の設定はテレグラフ発信機、および別に設けられている微調整ダイヤルによって行なうことができる。すなわち、テレグラフ発信機の各区分に対応して、それぞれ回転数が設定されており、さらに微調整ダイヤルの併用により、各設定回転数間を Dead slow~M. C. R. まで連続的にカバーできるようになっている。なお、Dead slow および M. C. R. の範囲を越えないよう、電氣的なりミッター回路を有している。

3.3 各種のインターロック

(1) 自動操縦—手動操縦に関するインターロック

下記に示す原因があるときは、集中制御室の操縦位置切換えスイッチを船橋自動操縦に操作しても、操縦位置は制御室よりの手動操縦から船橋よりの自動操縦に切換わらず、またすでに船橋よりの自動操縦中には、操縦位置は自動的に自動操縦から制御室よりの手動操縦に切り換わる。ただし、運転状態は前歴を保持するようになっている。

- (a) リモコン用空気圧力低下のとき
- (b) テレグラフ受信機、および燃料ハンドルの機械ロックが脱でないとき
- (c) リモコン装置用電源 (AC) が断のとき
- (d) リモコン装置内部電源 (DC) が断のとき
- (e) 主機械付起動空気塞止弁の弁位置が“自動”でないとき
- (f) 起動空気中間弁の弁位置が“開または自動”でないとき
- (g) 起動空気中間弁前空気圧力低下のとき、(すなわち空気槽元弁が“閉”のとき)

(2) Black out 時に関するインターロック

電源 Black out 時は、リモコン装置は自動的に、即時に制御室よりの手動操縦に切り換わり、運転状態は前歴を保持する。

(8) 主機械起動操作に関するインターロック

主機械を完全にかつ確実に起動するため、つぎのようなインターロックを設けている。

- (a) 自動操縦時、テレグラフの発令方向と応答方向が異なるときには、起動ハンドルは作動しない。
- (b) カム軸の切り換えが完了しないと、起動ハンド

ルは作動しない。

- (c) 主機械停止時、燃料ハンドル位置が“0”以外の位置にあるときには、燃料ハンドルが一度“0”位置に戻り、しかる後、起動燃料位置に達しないと、起動ハンドルは作動しない。
- (d) 主機械回転方向と発令方向が異なるときは、逆転シーケンスになる。(この場合ブレーキ・エアを投入する)
- (e) 主機械の起動失敗時は、1回だけ自動的に再起動を行なうが、さらに起動に失敗すると、起動失敗警報および表示灯が報知する。このときはテレグラフ発信機で一度“Stop”を発令しないと、再起動できない。
- (f) サブ・テレグラフで“Finished with engine”のときは、自動および手動操縦いずれでも起動できない。
- (4) 主機械運転状態に関するインターロック
主機械の運転中の状態変化・警報装置の誤作動に備えて、また緊急時に操船可能なよう、つぎのインターロックを設けている。
 - (a) 自動減速装置
つぎに示すようなとき、主機械の回転数は自動的に“Harbour half”の回転数に減速する。また同時に自動減速警報および表示灯が報知する。
 - i) 主機械潤滑油圧力低下 (自動停止時の油圧より若干高い油圧において) のとき
 - ii) シリンダー冷却水出口温度上昇のとき
 - iii) 冷却海水圧力低下のとき
 - iv) 掃気緩衝室温度上昇のとき
 - (b) 自動停止装置
つぎの場合には、主機械付機械式装置により、自動停止する構造になっている。また(a)項と同様自動停止警報および表示灯が報知する。
 - i) 主機械潤滑油圧力低下のとき
 - ii) ジャケットおよびピストン冷却水圧力低下のとき
 - (c) 自動減速運転インターロック・キャンセル装置
主機械が自動減速したとき、さらに増速を要する場合は、制御室に設けたキャンセル・スイッチを操作することにより、自動減速運転をキャンセルし、主機械を増速することができる。また狭水路運転などにおいて、主機械が自動減速すると危険な場合、前もってキャンセル・スイッチを操作しておけば、主機械は前述の原因が起こっても、自動減速しない。

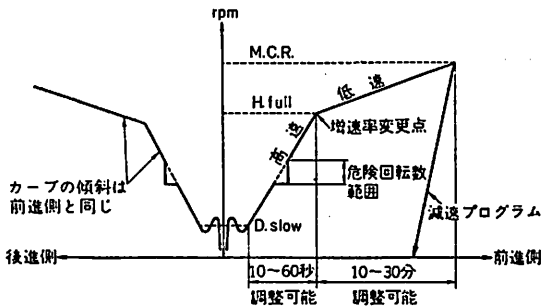


図1 起動および増速プログラム

(d) 自動停止インターロック・キャンセル装置

自動停止が作動したとき操縦位置は自動的に制御室よりの手動操縦に移るが、緊急の場合、制御室に設けた自動停止キャンセル・スイッチを操作することにより、Emergency running を行なうことができる。

(5) 危急停止スイッチ

テレグラフ発信機作動不良時のため、押ボタン・スイッチとリレー回路で構成する非常停止装置を設けてある。操舵室操縦スタンドの押ボタン・スイッチの操作により、ガバナー付着の電磁弁を作動させ、F. O. を cut して主機械を停止させる。制御室の F. O. ハンドルを“0”に戻すことにより、リレー回路は復帰し、電磁弁を正常の位置に戻すことができる。

(6) 主機械自動増速装置

プログラム・カーブの傾斜（主機械回転数の増速率）は、図1に示すように3種類ある。すなわち、Dead slow から Harbour full までの高速プログラム（10~60秒調整可能）と、Harbour full から M.C.R. までの低速プログラム（10~30分調整可能）および減速における速応プログラムである。本プログラムは前後進について同一としている。

緊急時、主機械回転数を急上昇させるため、操舵室に“プログラム脱”スイッチを設けている。このスイッチの操作により、主機械回転数はテレグラフ操作、あるいは微調整ダイヤルの操作で、前述の高速プログラムにより即時に追従するようになる。また振り振動による危険回転数回避のため、危険回転数範囲の上限および下限を設定し、下限位置を検出すると、燃料ハンドルの進行は上限位置にいたる時間まで一度停止し、その後、速やかに上限位置まで燃料ハンドルを動かす。

3.4 自動操縦系統

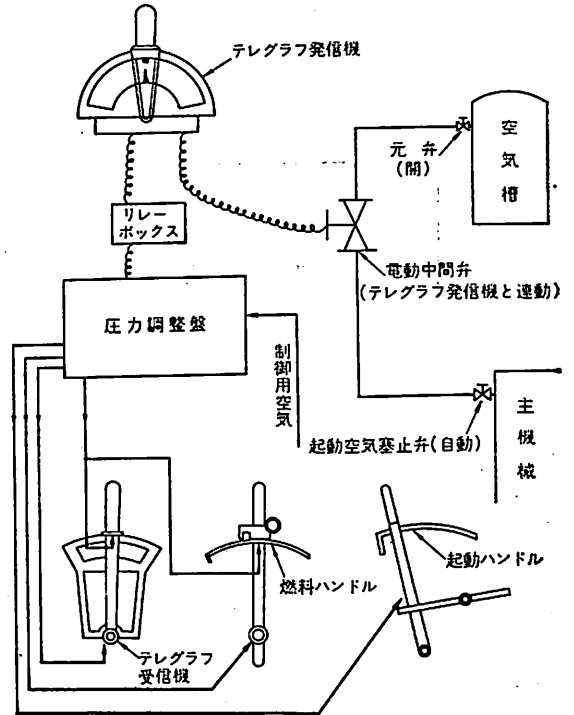


図2 自動操縦系統概略図

自動操縦の概略は、図2に示すように操舵室のテレグラフ発信機の操作により電気信号が機関室内の圧力調整盤に送られ、電気信号が空気圧に変換され、各ハンドル機器を作動する構造である。各ハンドルのロック機構・駆動系詳細は、図3に示すとおりである。

また起動空気系統については、図2と示すように、空気槽元弁は常に“開”の状態にあり、また主機械付起動空気塞止弁は常に“自動”の状態である。したがって、空気槽と主機械との空気の完全な遮断は、テレグラフ発信機と連動した電動中間弁により行なわれる構造となっている。

すなわち、テレグラフ発信機の“Navigation”区分では、電動中間弁は常時“閉”の状態となるよう、また“Navigation”区分以外では常時“開”の状態となるよう、テレグラフ発信機の操作と関連して自動制御している。

3.5 操作盤配置

操舵室および制御室の操作盤配置は、図4・5に示すとおりである。操舵室操作盤は航海士が扱うため、最小限必要なものだけとし、できるかぎり簡略化するよう努めた。

図5は制御室操作スタンドのうち主機械操縦関係だけを示す。ほかに警報盤・計器盤・補機関係・配電盤などを合理的に配置している。（口絵写真5、6参照）

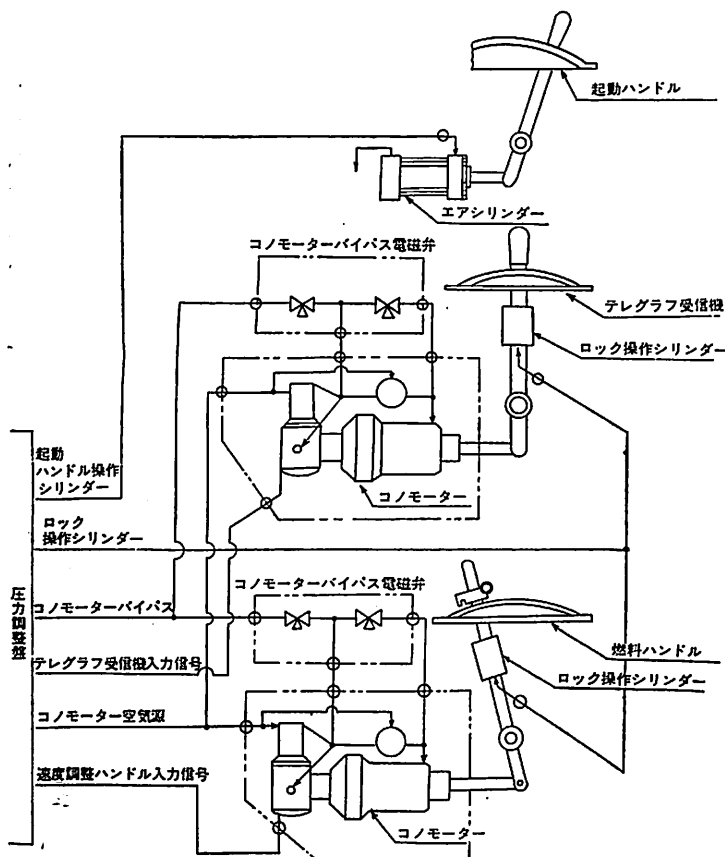


図3 各ハンドル駆動系統図

4. 発電機の自動化

本自動化は、発電機が過負荷運転状態、および電源が異常状態となったとき、船内電源を迅速に正常状態に復帰させ、常に正常な船内電源を確保することを目的としたものである。このためにディーゼル機関の自動起動装置、発電機の自動同期投入装置および自動負荷分担装置を設備して、つぎのような運転を行なうものとした。

(1) 過負荷による自動運転

稼働中の発電機の負荷が定格出力の100%以上になったとき、予備機が自動起動・自動同期投入・自動負荷配分を行なって、過負荷運転の発電機の負荷を、新たに起動した発電機に配分させる。

(2) 周波数低下および無電圧による自動運転

稼働中の発電機の周波数が55サイクル以下になったとき、あるいは電圧が定格値の30~40%以下になったときのいずれかにより直ちに予備機が自動起動し、すでに運転している発電機のACBをトリップし、自動起動した発電機のACBを自動投入させる。

(3) 集中制御室からの遠隔手動運転

集中制御室の制御卓上の遠隔手動発停閉閉器を操作することにより、ディーゼル機関を運転し、配電盤上でACB投入および負荷配分を手動で行なうことも可能である。

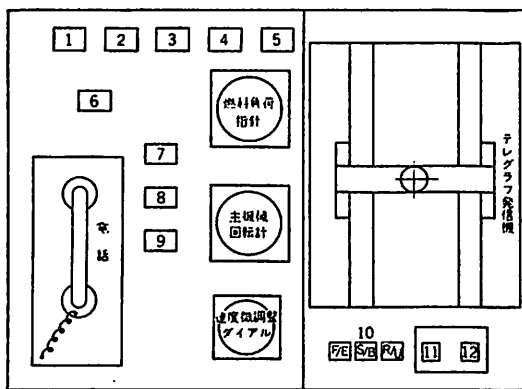
以下に各装置の概要を述べる。

4.1 ディーゼル機関の遠隔および自動発停

集中制御室からの操作スイッチあるいは自動起動信号により起動および停止を行なうもので、機関付着の主な構成機器としては自動弁・燃料遮断装置および速度スイッチなどがある。作動の概要は下記のとおりである。(図6参照)

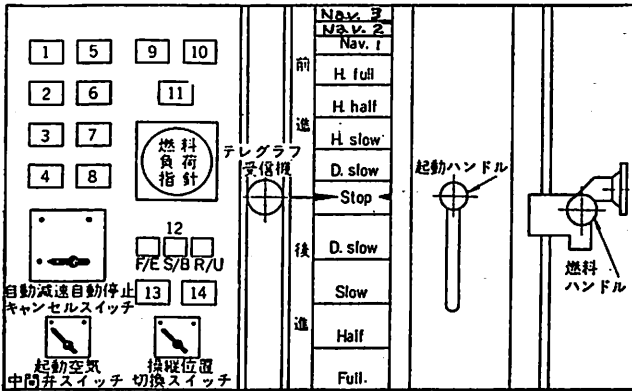
(1) 起動

起動の指令により、機側警報ベルが吹鳴し、一定時間後始動ソレノイド(88V)が励磁され、空気槽の圧縮空気は電磁弁を通過し、燃料遮断装置を復帰し、潤滑油注入ポンプや燃料抑制ピストンを作動させて、起動を円滑に行なう準備を完了してのちに始動弁に戻され、主弁を開く作用をする。始動弁の主弁が開き、空気槽の起動空気が機関に送られて回転を始め、機関が着火して約200rpmに達すると、低速スイッチが作動して電磁弁の励磁電流を断ち自動的に機関への起動



- | | |
|------------------|-------------------|
| 1. 自動停止警報ランプ | 7. 操縦位置表示ランプ(制御室) |
| 2. 自動減速運転警報ランプ | 8. 操縦位置表示ランプ(操舵室) |
| 3. 起動空気圧力低下警報ランプ | 9. プログラム進行中表示ランプ |
| 4. 装置故障警報ランプ | 10. サブテレグラフ |
| 5. 起動失敗警報ランプ | 11. "プログラム脱"スイッチ |
| 6. 電源表示ランプ | 12. "危急停止"スイッチ |

図4 操縦室操縦スタンド配置図



1. 自動減速警報ランプ
2. 自動停止警報ランプ
3. 危急停止警報ランプ
4. プログラム脱表示ランプ
5. 自動減速解除表示ランプ
6. 自動停止解除表示ランプ
7. 起動空気遮断弁自動表示ランプ
8. プログラム進行中表示ランプ
9. ターニングギヤ戻表示ランプ
10. ターニングギヤ脱表示ランプ
11. 装置故障警報ランプ
12. サブテレグラフ
13. 操縦位置表示ランプ (制御室)
14. 操縦位置表示ランプ (操舵室)

図5 制御室主機械操縦盤配置図

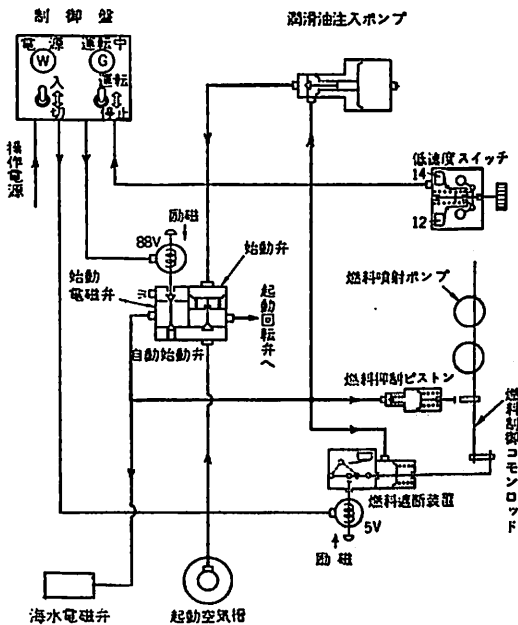


図6 発電機遠隔開停装置概要図

空気の供給を止めるとともに、制御盤上の運転表示ランプを点灯して起動完了を表示する。起動の指令をしてから約20秒以上経過しても運転表示ランプが点灯しない場合は、起動不能である。

(2) 停止

停止の指令により燃料遮断ソレノイド (5V) が励磁され、燃料遮断装置はリンク・レバーを介して燃料噴射ポンプの制御棒を無噴射の位置に作動させ機関を停止する。このとき、運転表示灯が低速度スイッチの作動により消灯するため機関停止の確認を

することができる。

4.2 自動同期投入装置

交流発電機を母線に同期投入するためには、つぎの条件を満足させることが必要である。

1. 発電機と母線との周波数差が十分小さいこと。
2. 発電機と母線との電圧差が十分小さいこと。
3. 発電機と母線との位相差が十分小さいこと。

本装置は上記三条件を満足させるために、自動揃速部と自動同期投入部によって構成されている。(図7参照)

(1) 自動揃速部

自動揃速部は、発電機の周波数が母線より高いか低いかを判別し、これに応じて原動機のガバナー・モーターを減速あるいは増速方向に駆動して、発電機の周波数を母線に近づけるものである。周波数差が限界 Δf_1 (5~0.5サイクル連続可変) より大きいときは、ガバナー・モーターの運転時間は長く (0~0.5秒連続可変 T_1)、周波数差が限界 Δf_1 より小さいときは、ガバナー・モーターの運転時間は短く (0.5~0.05秒連続可変 T_2) なる。ガバナー・モーターの運転からつぎの運転までの休止時間 (0.5~5秒連続可変) を任意に設定できるので、ハンティングを防止して安定な揃速動作が行なえる。

(2) 自動同期投入部

自動同期投入部は発電機と母線の周波数差に関係なく、発電機と母線の位相が一致するときから一定時間投入信号を出す。投入信号が出てから位相一致点までの時間を遮断器の投入時間に合わせると、位相一致点で遮断器の閉合が行なえる。遮断器の投入時間が0~0.5秒のものについて使用可能である。なお、周波数差が設定値 Δf_2 (0.5~0.1サイクル連続可変) より大きいとき、あるいは電圧差が設定値 (2~10%連続可変) より大きいときには、投入信号は出ないようになっている。

4.3 自動負荷配分装置

本装置は、前記自動同期投入装置で並列投入を行なったのち、並列運転中の各発電機の定格出力に対する負担率を等しくするもので、有効電力測定回路・周波数測定回路・比較回路および制御増幅器によって構成される(図7参照)。なお、本装置は各発電機の有効出力を検出して、負担率の差が定格出力の10%以下になるまで、

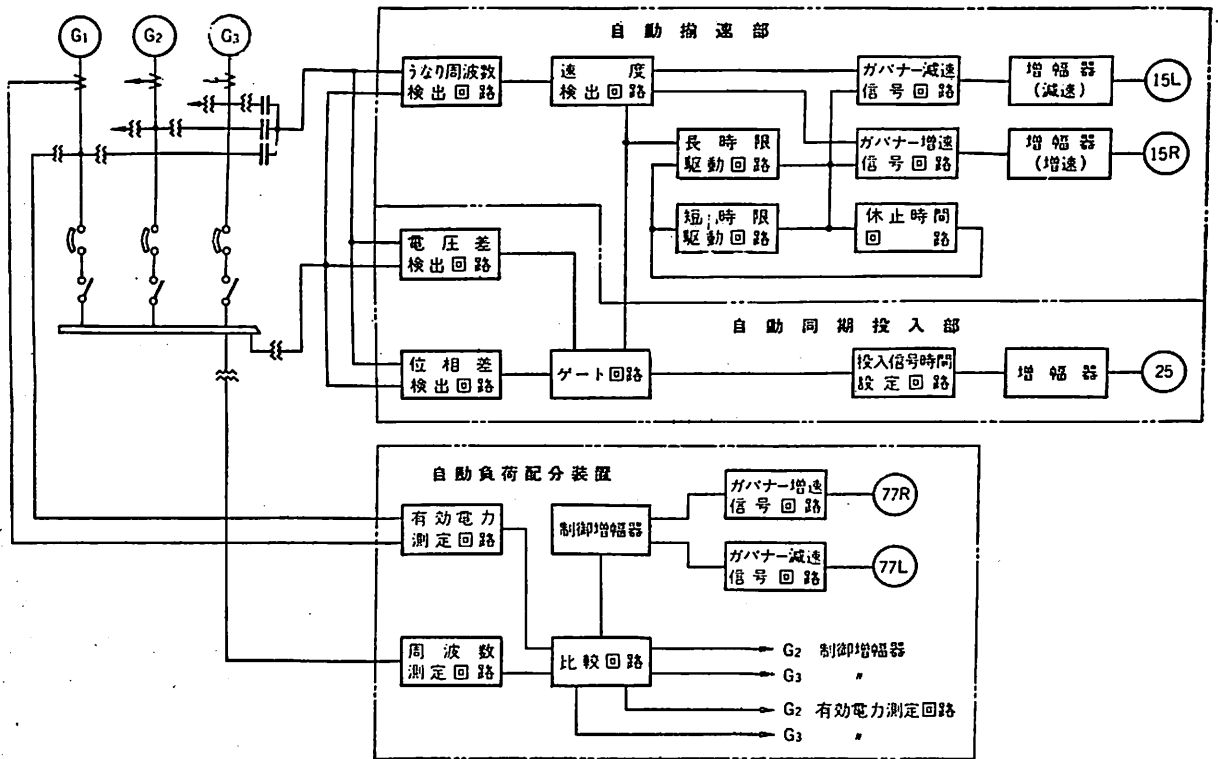


図7 自動同期投入装置・自動負荷配分装置ブロック線図

ガバナー・モーターを制御するほかに、電源周波数も定格値の±1%以内に自動制御することができる。

したがって、発電機1台だけで運転中に本装置を使用すると、周波数制御を行なうので、電源周波数を定格値に保つことができる。また、並列運転中の発電機を休止させるとき、そのままの状態では遮断器をトリップすると、電源変動が激しくなるが、この場合も本装置を使用すると、休止させる発電機の負担率が零になるまでガバナー・モーターを作動させて負荷移行を行ない、無負荷状態で遮断器をトリップするので、電源変動もなく遮断器の負担も軽くなる。自動負荷配分装置は、負荷配分動作および周波数制御動作を完了すると、一定時間後切り離すものもあるが、本装置は切り離しをせず、連続使用できるようになっている。

4.4 運転動作

上記各装置を総合した場合の制御室からの遠隔運転動作を、作動順序に従って要点のみを記す。

(1) 自動運転

原動機側に設けた機側—遠隔切換開閉器を遠隔の位置に選択し、集中制御室に設けた自動運転用スタンバイ機選択開閉器をスタンバイ機に合わせ、自動

運転の準備を完了させる。

(a) 過負荷による自動運転

稼働中の発電機の負荷が定格出力の100%以上になったとき、配電盤内に装備した過負荷継電器が作動し、(ただし、電動機の起動電流などの瞬時過負荷では作動しない)、その信号でスタンバイ機が起動し、定格電圧に近い電圧確立を条件に、自動同期投入装置が作動を開始し、ガバナー・モーターを自動制御して並列投入する。起動した発電機のACB投入を条件に、自動同期投入装置は電源より切り離され、自動負荷配分装置が作動し、各発電機の電力負担率の差を発電機定格出力の10%以下に自動調整する。同時に、周波数も定格周波数の約±1%以下に自動調整される。自動負荷配分装置は連続使用されるので、電力負担率の差および周波数は、常に設定値以内に自動制御される。したがって、良質で安定された船内電源が常時確保される。

(b) 発電機周波数低下による自動運転

配電盤内装備の周波数低下検出装置により、周波数が約55サイクル以下になったことが検出され

ると、自動起動装置に信号を送り（ただし、電動機の起動電流などによる瞬時変動は検出しない）スタンバイ機が上記と同様な運転を行ない、スタンバイ機の電圧が定格値付近に到達したことを条件にして、異常状態で運転されている発電機のACBを自動的にトリップし、その後スタンバイ機のACBを自動投入して、周波数を定格周波数に調整する。

(c) 無電圧による自動運転

運転中の発電機が無電圧になったとき、スタンバイ機は自動起動し、定格電圧付近に到達したことを条件にACBを自動投入して、周波数を定格周波数に調整する。

(d) 運転休止

並列運転中、スタンバイ機の機関遠隔手動発停閉閉器を停止にすると、最初に運転していた発電機側に自動負荷配分装置が作動して負荷を移行し、スタンバイ機の負荷が零になるとACBがトリップして、その後機関は停止する。

(2) 手動運転

原動機側に設けた機側一遠隔切換閉閉器を遠隔の位置に選択し、自動運転用スタンバイ機選択閉閉器をスタンバイ・オフとし、手動遠隔運転の準備を完了させる。

(a) 遠隔手動起動

機関遠隔手動発停閉閉器を“起動”に操作することにより、発電機機関は自動起動する。その後は非自動化の場合の操作と同様に配電盤上で手動でACBを投入する。この場合は、自動同期投入装置および自動負荷配分装置は作動しない。

(b) 遠隔手動停止

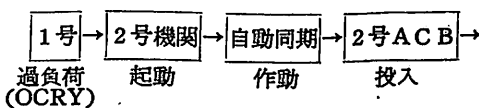
機関遠隔手動発停閉閉器を“停止”に操作すれば、発電機機関は自動停止する。この場合、手動でACBの引外しを行わず、上記閉閉器を停止に操作すると、機関回転数は漸減し、無電圧コイルまたは逆電圧継電器の作動により、ACBはトリップする。

以上の運転動作を表にまとめると、表4のとおりである。

遠隔自動運転作動

1) 過負荷による自動運転（2号予備機）

1号運転中過負荷になった場合

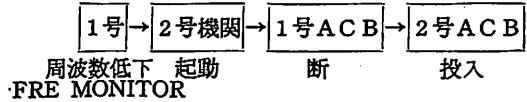


自動負荷配分

作動

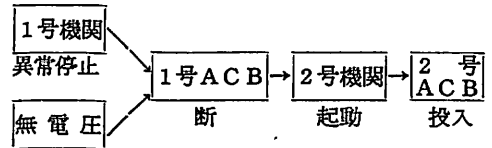
2) 周波数低下による自動運転

1号運転中周波数が低下した場合（2号予備機）



3) 発電機異常停止または無電圧による自動運転

1号運転中異常停止または無電圧となった場合（2号予備機）



5. 居住区警報

本警報は無入機関室にて運転中、主機および機関室内の諸装置の異常、火災の発生有無などを、適切に関係者に報知するためのものである。

5.1 警報の種別

運転状態の種別、すなわち警報すべき要因は下記の5種類にグループ分けする。

(1) 主機自動停止警報

主機が自動停止すべき異常発生の際の警報であり、下記のものを検出している。

- 潤滑油圧力低下
- ジャケット冷却水圧力低下
- ピストン冷却水圧力低下
- 危急停止スイッチの操作

(2) 主機自動減速警報

上記(1)項につき異常発生の際の警報であり、下記のものを検出している。

- 潤滑油圧力低下
- 掃気管内火災
- ジャケット冷却水出口温度上昇
- 冷却海水圧力低下

表4 運転動作比較表

運転操作	制 御 助 作						
	機関自動起動	自動同期投入	自動負荷配分	自動負荷移動	自動同期引外し	機関自動停止	
遠隔自動運転	○	○	○	—	—	—	
遠隔手動運転	—	—	—	×	×	×	
手動運転	○	○	○	—	—	○	
手動停止	—	—	—	○	○	○	
遠隔手動起動	○	×	×	—	—	—	
遠隔手動停止	—	—	—	×	×	○	

○：作動
×：作動せず

(3) 重要異常警報

主機械用の上記(1), (2)のをぞくすべてと発電機の下記異常発生を検出して、警報すべきものである。

- 発電機の異常停止
- 予備機起動不能
- A C B投入不能
- 潤滑油圧力低下
- 潤滑油温度上昇
- 冷却清水圧力低下
- 冷却清水入口および出口温度上昇
- 潤滑油ドレンタンク油面低下
- 冷却海水圧力低下
- 危急遮断装置作動

(4) 一般異常警報

運転警報および計測点警報に含まれている項目のうち、重要異常警報にはいるものを除いたすべての異常状態を、一括して警報する。

(5) 機関室火災警報

機関室内の20個所に燃料イオン検知式火災感知器を設けて警報する。

5.2 警報表示

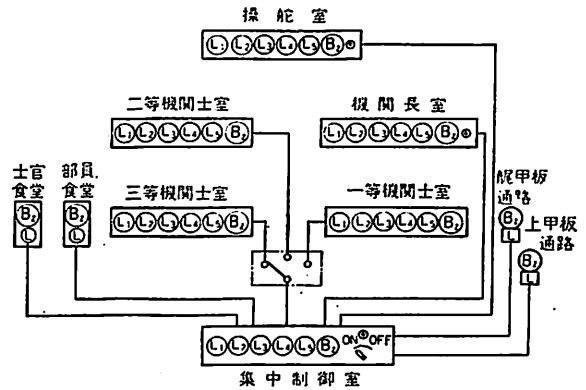
上記5種類の異常発生を、ブザーおよび表示灯点滅により図8のように警報表示する。

ブザー停止および表示灯の点滅解除は、原則的には集中制御室だけで行なうが、機関長室・操舵室でも自室のブザーだけではカット・アウトできるようになっている。ただし、集中制御室で解除しないかぎり、表示灯の点滅は継続される。一等機関士室・二等機関士室・三等機関士室への警報は、集中制御室に設けられたセレクター・スイッチにより、1室だけ選択警報する。

6. 試運転

各種自動化機器、監視計器、警報装置は海上試運転前に船内において、十分調整およびその作動を確認した。海上試運転は予行・公試を含めつぎの日程で行なった。

- 1) 昭和43年11月12日
 - 第1回予行運転（入渠のための回航を兼ねる）
 - ・各種機器の割合せ調整
- 2) 昭和43年11月16日
 - 第2回予行運転（出渠・回航を兼ねる）
 - ・各種機器の割合せ調整および主機械船橋操縦装置の最終調整
- 3) 昭和43年11月20日
 - 第1回公試運転
 - ・無人機関室に直接関係のない速力試験およびその他の諸試験
- 4) 昭和43年11月21～22日
 - 第2回公試運転
 - ・無人機関室に直接関係のない航続試験、燃料



警報場所	(L1) 主機自動停止警報	(L2) 主機自動減速警報	(L3) 飛航異常警報	(L4) 一般異常警報	(L5) 火災警報
操舵室	○	○	○	○	○
機関長室	○	○	○	○	○
一等機関士室	○	○	○	○	○
二等 "	○	○	○	○	○
三等 "	○	○	○	○	○
集中制御室	○	○	○	○	○
士官食堂	一括警報表示				
部員食堂	"				
脱甲板通路	"				
上甲板通路	"				

図8 居住区警報装置系統図

消費計測試験、等

- ・主機械船橋操縦試験
- ・無人機関室航続および危急後進試験
- ・無人機関室ブラックアウト試験
- ・主機械トリップ試験

以下無人機関室関係の諸試験について報告する。

6.1 主機械船橋操縦試験

本試験はほぼNKの“機関の無人運転に関する規則(第1案)”(未公布)に準じて行なわれた。

図9は本試験のスケジュールを示す。

運転結果は全く完全に作動し、船橋操縦装置としては十分信頼性を有することが確認された。

6.2 無人機関室における航続試験

NK規則(案)には“6時間以上”と規定してあるが、本船は無人化第1船でもあるので10時間以上の無人航続試験を行なった。

本試験の主旨は“無人運転中に機関部に異常の無いことを確認する”のではなく“無人運転中に機関部に異常が発生しても、その異常が直ちに居住区当番士官に警報され、その当番士官等により、適切なる処置が行なわれ、船の運航に支障をきさないことを確認する”ことである。したがって試験中の機器運転方法、配員等はつぎ

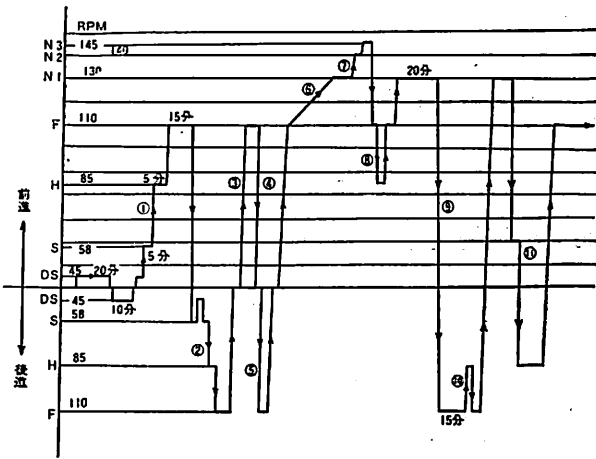


図9 主機船橋操縦試方案(海上)

- ①前進起動, 増速および回転数微調整
- ②後進
- ③前進高速プログラム確認
- ④危急停止
- ⑤後進高速プログラム確認
- ⑥航海速力, 低速プログラム確認
- ⑦ 〃 回転数微調整
- ⑧前進, 自動減速および同キャンセル
- ⑨危急逆転
- ⑩後進, 自動減速および同キャンセル
- ⑪港内速力逆転

のとおりとした。

イ) 主機は船橋操縦する。ただしあまり細かい調整は行なわないこと。(将来、航海士の操縦を考慮して)

ロ) 発電機その他補機は計画された自動運転状態に調整確認しておく。

ハ) 警報表示器の作動を確認しておき、キャビン・アラームを所定の居住区に警報するよう、調整確認しておく。すなわち、船橋、機長室、一機室、食堂および通路に警報するようにセットする。

ニ) 保安要員(赤腕章着用)は極く少数人員のみ機関室内に残り、他の一部はキャビン・アラームの警報される室(一機室)にて待機する(青腕章着用)。(機関長室は船主側にて使用)機関室内に残った保安要員(赤腕章)は緊急事態発生以外は機器に手を触れぬようにする。

ホ) 機器に異状が発生した場合でも機関室の保安要員(赤腕章)は機器に手を触れぬこと。

機器の異状はキャビン・アラームまたは船橋よりの呼出しにより、待機運転員(青腕章)が機関室に下りて行き、異状状態の復旧作業を行なうものとする。

本試験のスケジュールは図10に示すとおり。10時20分の常用出力航行運転を機関室無人化状態で行なった他、無人状態で他の諸試験を実施した。

以上の機関室無人運転中に機関室内に発生した異状については、下記のごとき方法でその内容、処理、時刻等を記録した。

異常記録法

イ) 異状発生時(キャビン・アラームは船橋よりの連絡)には機室待機保安要員(赤腕章)は異状発生時間、異状復帰時間、異状内容の記録を行なう。

ロ) 警報されない個所に発生した異状状態については、異状状態およびその処置について機室待機保安要員(赤腕章)が記録する。そのためには必要に応じ、機関室内を巡回する。

上記方法により無人機関室運転を行なった結果、警報回路そのものの不備2カ所および馬力計測時、主機上部の火災検知器がインジケータ・コックをブローするたびに警報を発したこと等を除き、つぎのものが警報、記録されたのみであった。

イ) 主機 No.6 シリンダー注油器の給油停止が1回瞬時警報を発す。当番運転員が機関室に降りてきて異状確認、処理開始まで約1分を要す。(主機は減速せず運転続行す)

ロ) 主機燃料ポンプ付近の管系よりの僅かな油漏洩2回あり、(主機は減速せず運転続行す)

以上のごとく一部の不備箇所および人為的不可避警報を除いては、10時間以上におよび、初めての無人試運転として警報回数および異状箇所は非常に少なく、無人試運転としては一応の成功を収め、船主およびNK検査員の確認を得て、なんら追加要求事項もなかった。

6.3 無人機関室におけるブラックアウト・テストおよび危急後進試験

前記の航行試験のあと、一部人為的操作(原因発生)を加えたブラックアウト試験、および船橋操縦装置による(以下99頁へつづく)

21万屯タンカー連続建造と

その第1船 BULFORD 号について

佐世保重工業株式会社佐世保造船所

I 21万屯タンカーの連続建造について

1. まえがき

当社第4ドックで、連続建造される21万屯型超大型船は、第1船を昭和41年5月契約以来、14隻を数えるにいたっているが、その第1船、英国 BLANDFORD SHIPPING 社向け BULFORD号は、好成績を収めて、昭和43年6月に引渡され、現在は第5船を鋭意建造中である。

この機会に、建造中の要目内容と連続建造にあたって設計上、ならびに工程上の利点、問題点について述べ、諸般のご批判をえたい所存である。

2. 建造船の概要

これらの超大型船は、船型および深さを除く主要寸法において、全く同一であるが、船主および備船者の要求により、船級、深さ、貨油艙容積、配置、主機形式において多少の相違があり、第1表に示すごとく、原船型をベースとして数群にわかれている。

A, Bを含めC船型は第1図(A)に示すごとく、貨物油艙部分は、2列縦隔壁と、4枚の横隔壁とにより15艙に

わけられ、中央部両翼を専用脚荷水艙とする従来型の配置である。D船型は、第1図(B)に示すように、2列縦隔壁を有する点は他と同じであるが、底部を全面二重底構造とし、専用脚荷水艙として使用するという超大型タンカーの構造としては、世界初めての新しいものである。

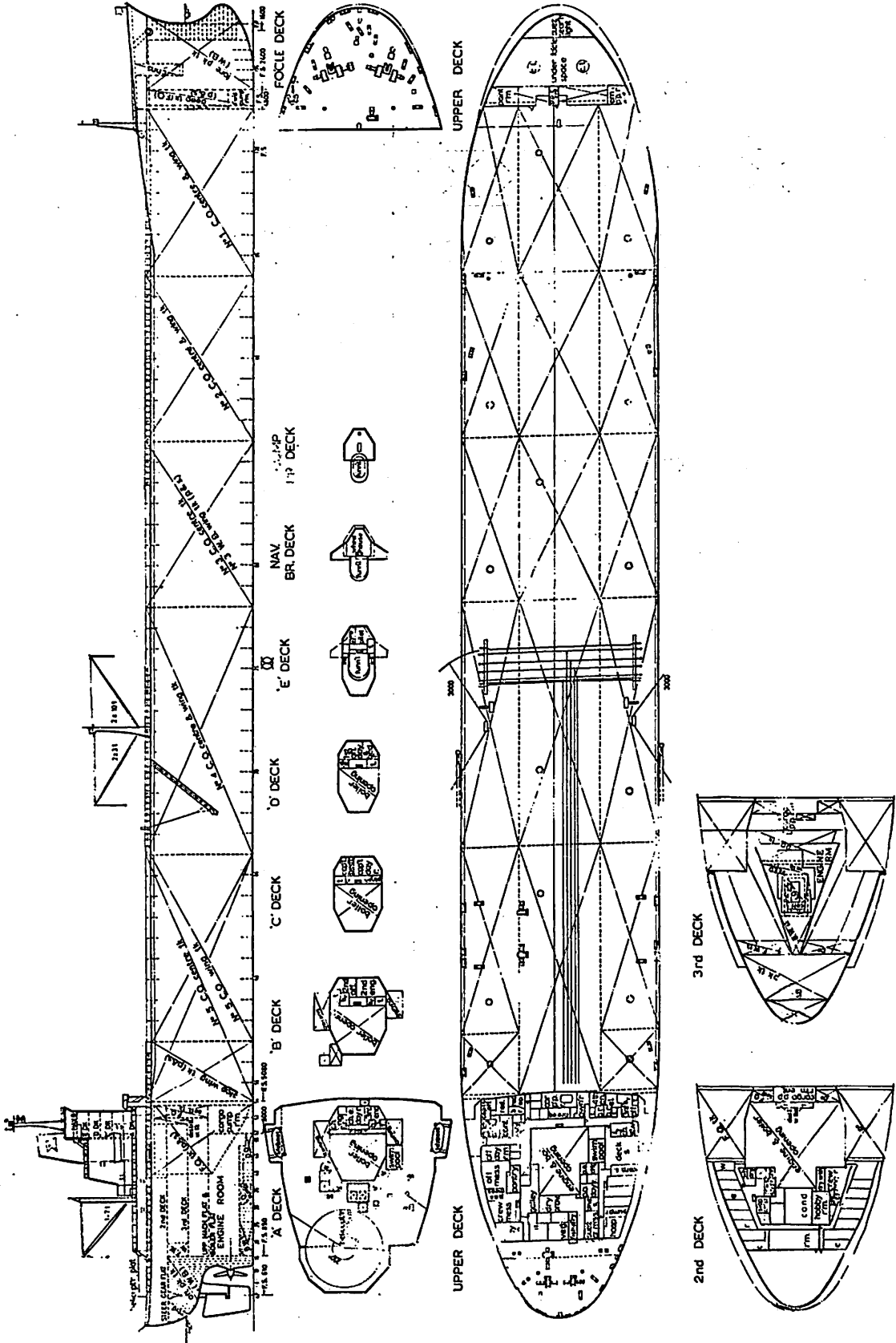
同型船の連続建造という面ではマイナスの姿になるが「トレキャニオン号」の海難事故以来、タンカーの安全性の再検討が叫ばれている今日、本構造は、その一つの解決方向を示すものと考えられ、その構造の詳細検討を行ない得たことは大きな収穫といえよう。

機関部においては、主機はすべてタービンとしているが、第1表の要目表に記載のように、4通りの種類の PLANT を採用している。いずれも一長一短があり、船主の好み、運航採算および信頼性に対する考え方から B, C, C' の船には再生再熱サイクルを、A船には、REGENERATIVE GAS AIR HEATER を装備した再生サイクルを適用している。

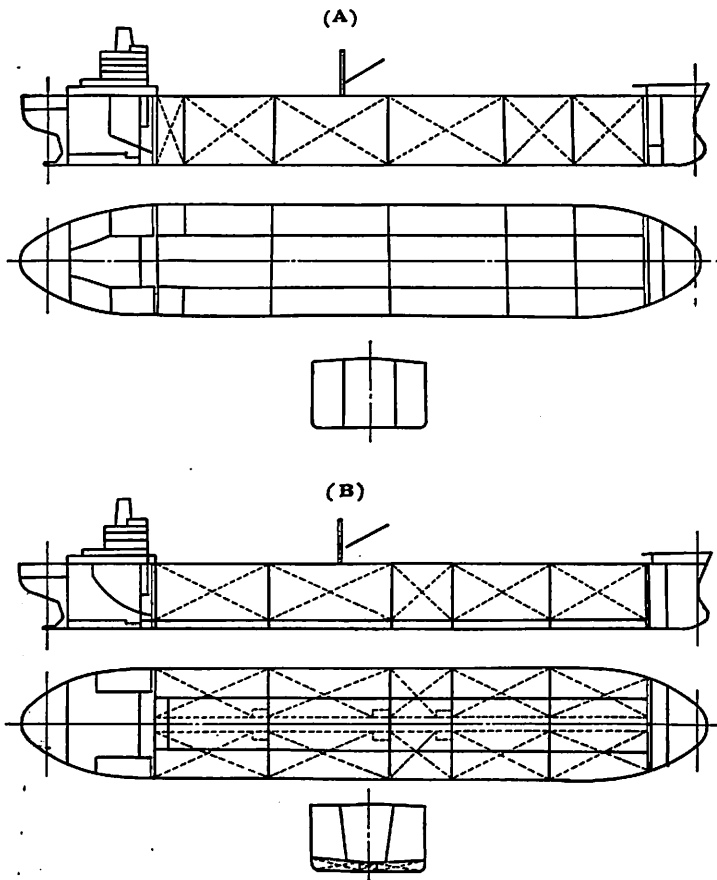
燃料消費率を下げることを目的としたB, C, C' 船では主発電機、主給水ポンプを主機駆動とし、さらに C, C' 船においては、主復水器の冷却に SCOOP を採

第1表 要 目

	A	B	C (原 船 型)	C'	D
長(垂線間)	m		313.00		
幅(型)	m		48.20		
吃水(計画)	m		16.50		
深(型)	m	24.40		25.50	
最大吃水	m	18.95	18.95	19.30	20.00
載貨重量	Lt	207.050	209.000	212.000	221.500
容積(100%)	m ³				
貨物油艙		254.100	250.400	258.200	258.200
脚荷水艙		36.300	39.100	45.400	45.400
燃料油艙		7.300	8.700	7.000	7.000
船 級		NV	LR	ABまたはLR	AB
主要構造		2列縦面隔壁 単底構造	2列縦面隔壁 単底構造	2列縦面隔壁 単底構造	2列縦面隔壁 二重底構造
主 機		IHI タービン1基	IHI タービン(R804) 1基	GE タービン(MS) T-14)1基	GE タービン(MS) T-14)1基
MCR×rpm		28,000×90	30,000×90	30,000×80	30,000×80
NOR×rpm		26,000×88	30,000×90	30,000×80	30,000×80
航海速力	kn	15.65	16.4	16.3	16.3
貨物油ポンプNo.×m ³ /h		4—3,500	4—3,200	4—3,500	4—3,800



BULFORD 一般配置図



第1図

用している。

また当直員数の削減、労力の軽減および操作の簡易化をはかるため、すべて主タービンの BRIDGE CONTROL を採用し、機関室内の制御室またはコントロール・ステーションから主機を遠隔操作できるとともに、機関室内の計器類を集中監視できる計画としている。

なお、B船は R“UMS”を適用している。

3. 21万トン型連続建造の利点と問題点

3.1 設計能力 (工数)

(a) 第2表に示すとおり14隻の船は、5船主、3船級協会と一見変化に富んでいて、同型船効果に影響なしとは言えないが第5船および第8船以降においては完全な同型船となるため、第6船の設計出図が終りに近づいた現在においては、今後2年半余りの第4ドック建造船の線表に対する設計を消化完了した状態に近く、第3船台船の ONE LINE の設計のみを出図管

理の対象となすため、これらの出図工程の CONTROL を容易にすると同時に生み出された設計の余力は、新船型の開発、海洋構造物設計の開発、COMPUTER PROGRAM の開発整備、設計標準見積資料整備充実等に振り向けられ、大きな力の蓄積をなすチャンスを得たことは特筆すべき利点と言いうる。

(b) 改正

完全同型船の建造ピッチが、適当な間隔を置いている点は、前船において発生した問題点を完全に消化して、後続船に反映し得るに極めて好都合である。

3.2 同一船型効果

前節に述べたように船主、船級協会の相違により、仕様書、構造図、各種艤装装置図の完全単一化が計れないというある種の障害は一応まぬがれないが (大傭船主に附属する造船所でない限りまぬがれ得ぬ宿命)、同一船型、同船種、単一線図という共通の基盤にあるので、設計上種々の角度より見て、多くの利点、共通点を見出し得る。性能上の点については、

(a) 速力

当然のことながら、同一線図より建造された船として、後続の船の速力算定精度は極めて高いものとなる。主機関の機種、プロペラ回転数の相異は第二義的なものとな

第2表 船型別建造順位

建造順位	A	B	C	C'	D
1	○				
2					
3			○		
4			○		
5		○			
6		○			○
7				○	
8		○			
9				○	
10				○	○
11				○	
12				○	
13					○
14					○

(注) A, B, C & Dは第2回の区分による。
C, C'は同一船主。

る。

船主の全面的協力が得られれば、海上公試は相当に簡素化され得る。

(b) SCALE EFFECT

船殻主構造および局部強度、船体振動、操舵、係船、主軸軸受等、巨大船における重要事項は、SAME SIZE という基盤に立って検討され、さらに深く追研され合理的設計を進めることが可能となった。第2船が完成に間近い現在にあっては、船殻構造は2船級協会に絞られ、今後の OPTIMUM DESIGN の研究がさらに進められている。

機装関係においても、仕様の相違による部分的な変更をなす課程においても、さらに新しい角度からの検討が可能となり、リファインされた設計標準確立を容易にしている。

3.3 材料発注、統制品、購買品

(a) 船殻鋼材の発注においては、材料種類の選別統一を計り、また CUTTING PLAN の改善により、歩止りの向上に大きく寄与している。

統制品の発注および在庫管理を容易にし、ストック量の減少を計ることができた。

(b) 購買品の同機種一括発注による廉買効果を上げることができた。

3.4 造船部

210型連続建造の船主、船級の別は第3表のとおりで、

同一船主でも船級はいろいろと変わり、また仕様にも若干の差がある。特に第6船の MOBIL は全通二重底を有する特殊構造である。

第3表

F. O	No.1/NV
I. N. C	No.2/AB No.4/LR No.7/AB No.9/LR No.11/AB No.12/BV
K. O. T	No.3/LR No.5/LR No.8/LR
MOBIL	No.6/AB No.10/AB No.13/AB No.14/AB

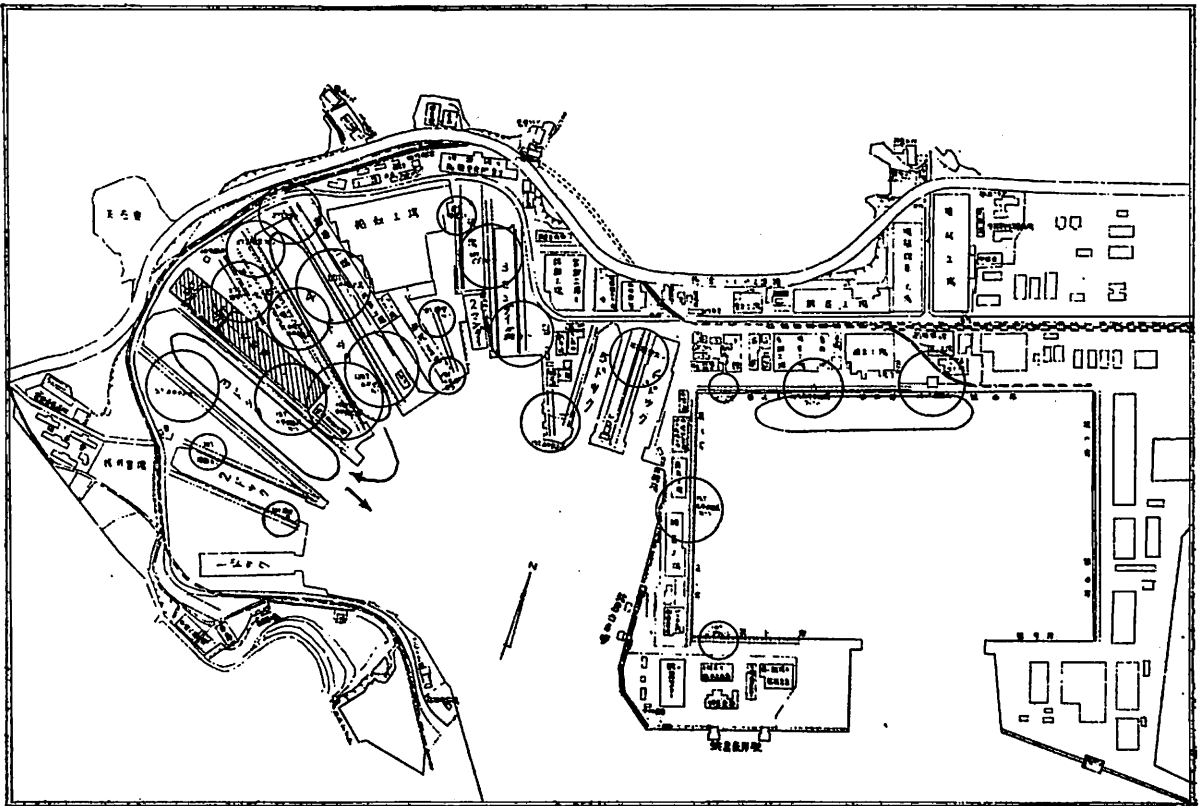
しかしすでに第4船を12月23日に無事進水させたところであり、MOBIL の第6船をこなしてしまえば、後はその繰返しと考えてよいであろう。

したがって逐次連続建造態勢が整備されていくわけであるが、ここでは現状でのそれに関する考え方を述べることにする。

3.4.1 当社生産設備の特殊性

当所は旧佐世保海軍工廠を受継いだものであることは衆知のことと思うが、もともとの生い立ちは修繕専用工場である。

修繕工場の特色は単発的なものを器用にこなすことにあるが、当所の修繕機構は、巨大なものであり連立



第2図 佐世保重工業佐世保造船所工場配置

するドック群，広い安全な繫船池，岸壁等は他に類例のないもので，第2図を参照されたい。

したがって単発的なものであっても巨大なものをこなすことができる。

かつて巨大船のはしりである日章丸をこなし得たのも，この基盤の上に立ったからである。

しかし巨大船の特に連続建造という大量の生産量を流すことになると，いろいろな問題点があり，(1)設備改善の問題，(2)生産方式の連続化，の2つが挙げられる。

それをどのように考えていくかについて述べてみる。

3.4.2 設備の改善

ブロック建造の原理は3次元の立体的船殻構造を2次元の平面に展開して，合理化を計ろうとすることにある限り，広い組立場面積と十分なブロックのストック面積を必要とする。

ところが当所は生い立ちが修繕専用工場であるからドック周辺の面積を充分にとれないことが難点となる。

打開策として建造ドック周辺をフルに利用するため，直管工場を移設し，第2図の斜線部に新しい組立定盤を新設することにした。

第4ドックのL.C.C.のリーチ以外のところに50tゴライアスクレーン2基を設置し，100tブロックの組立および移動を可能とし，有効面積を拡大することである。

この施設は現在設備中で，昭和44年2月完成の予定である。

内業工場については鋼材搬入設備を強化し内業面積の有効活用を計るとともに，小組立については地元有力工場の協力を活用し，極力外注を推進している。

3.4.3 生産方式の連続化

新造船の建造ドックは第4ドック1基のみであるから巨大船建造の場合，搭載工程に大きな工数の山谷を

発生させる。(第3図)

進水前に大量のブロックをストックして搭載の初期展開を強力に推進し，山谷を少なくする方法もあるが，狭い面積はその打開策を許してくれない。

建造ドック1基のみの弱点打開策としては他社各所で採用されているプリエクシオン方式がある。

しかしプリエクシオンされた大ブロックを水に浮かせたり移動したりする限り，その根本的な打開策とは考えられない。(註参照)

固めを次船へと連続的に進行され得るものは，NKKの両開きドック方式とゲタベルケンの押出し方式位である。

当所ではこのようなプリエクシオンをやる面積がないので第4ドックに隣接する第3ドックを有効に使用する新建造方式を採用する予定である。

(1) ブロック搭載を進水直前まで行ない，最終固め工事を残して，第3ドックに移し15日間で固める。

第4ドックも進水するとすぐ次船の初期展開を始める。

一般に搭載開始直後は十分な工数消化ができないが，この時期に第3ドックの前船の最終固めを行なっており，工数の山と谷を打消すことができる。

(第4図)

(8) 第4ドックの起点に近い機関室周辺の搭載ブロックは初期展開を助けるために，一期工事として，第3船台の一部を利用し，小さな600t程度のプリエクシオンを行なう。この工事は第3船台での，建造船の一部と看做し山ならしをしている。

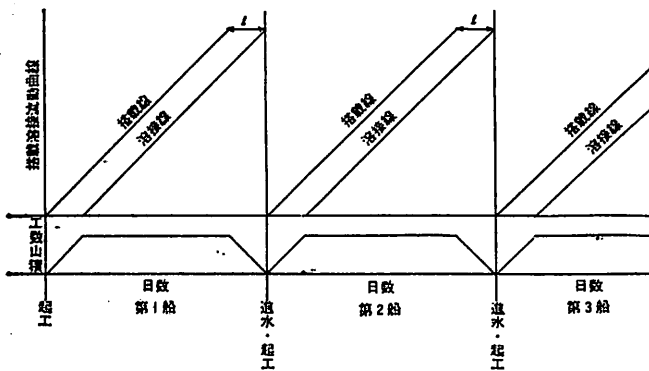
(註) プリエクシオンの完成後大ブロックを水に浮かせて移動したり，簡略な方法で移動しようとする場合はプリエクシオンの最終ブロックを搭載してから，若干の固め日数(I)をおくことが必要条件となる。この場合を第5図に示す。

これを一般の建造方式，当所の新建造方式と比較しての工数山積は第6図のようになり，プリエクシオン方式では進水直前の工数山ならし効果がほんのわずかである反面，建造中期の総山積はかえって高くなり，山ならしの効果が無いばかりか，むしろ悪くなることが理解いただけるはずである。

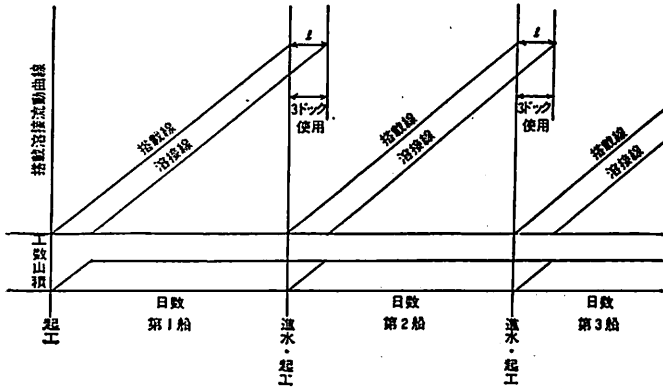
3.4.4 船殻構造の類型別連続化

船殻構造を典型的に大別すると

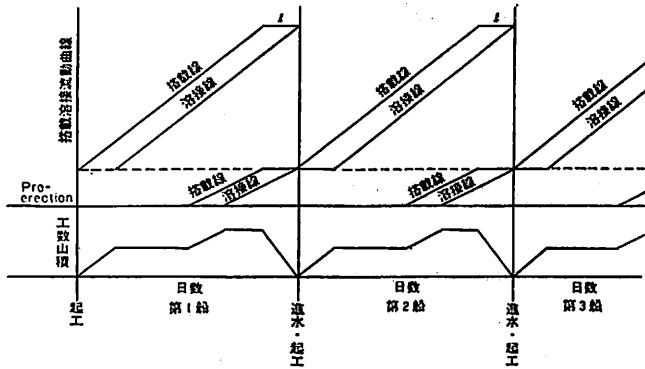
- (1) 平行部¹⁾(油槽部分)
- (2) 船首尾の曲り部
- (8) 上部構造



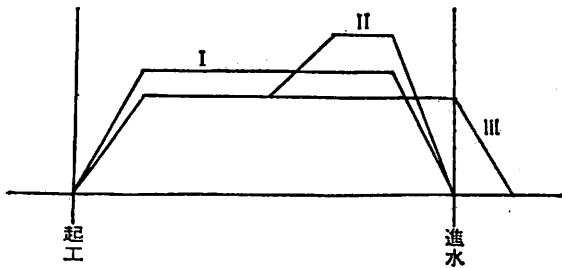
第3図 一般建造方式の工数山積模型



第4図 新建造方式の工数山積模型



第5図 プリエレクション建造方式の工数山積模型



第6図 三つの建造方式の工数山積比較
(I：一般建造方式，II：プリエレクション建造方式，III：新建造方式)

に分けることができる。

3分類された系列が常に平行して連続することを狙っている。その組み合わせにはつぎのような二点建造方式を採用する。

3.4.5 同時艦装の実施

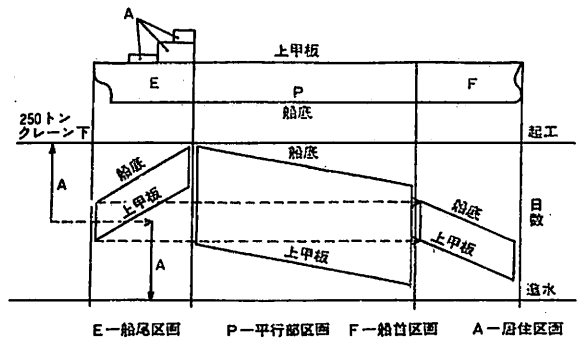
艦装工程を新しい分類で考えてみると、

- I類 ①管艦装…油槽機関室内諸管
②板金艦装…梯子，グレーティング，電線馬，木工ピース類
- II類 塗装
- III類 ①電装
②木艦装
③機器艦装

のようになり、I類の艦装工程は船殻と同類と考えて良い。したがってI類については船殻工程と全く同じような取扱いをすることを考えている。すなわちこれが同時艦装である。

艦装工程で船殻のブロックの状態を取付けるものが所謂ブロック艦装であるが、これを船殻組立工程と合体させ、ブロック艦装のできないものは船殻ブロックと同時に搭載を開始し、これらのグループをすべて船殻搭載工程と合体させる。このように

- ① まず平行部は前船から次船へと全く連続するようにする。
- ② 船尾の曲構造を船首の曲構造に連続させ、さらに次船の船尾構造に連続させる。
- ③ 上部構造はその部分の上甲板を搭載しないと開始されないが、それを待っている上構の建造時期が船台期間の後期に片寄るので、起工と同時に開始し、艦装岸壁250tクレーン下で200t程度の大ブロック2個(第7図)を組み、建造ドックでその部分の上甲板が搭載されるのをまち第4ドックへ回送する。その後の上構は普通方式で進水までに逐次搭載



第7図 新建造方式

する。このようにすると平行部・船首尾の曲り部・上部構造の各系列がつねに平行して前船から次船へと連続するようになり、船殻各区画の完成日までに同時艦装も完了する。

一般にこのようなことを考えた場合、船殻と艦装の

設計が全く同じに展開しなければならないわけであるが、従来の慣習からいろいろと困難な問題があるだろう。しかし同型船連続建造の場合はこの難点が解決できるので、現場のプランニングのみで推進し得るはずである。同時艦装を推進するためには、船殻の展開密度と艦装の展開密度を合せることが必要であるが、前記の船殻建造方式(第7図)によればこの条件を満足させることができる。

(1)平行部…甲板区画艦装

(3)船首尾曲り部…機関室区画艦装

(2)上部構造…居住区画艦装

すなわち甲板区画艦装・機関室区画艦装・居住区画艦装はそれぞれ独立し、平行して前船より次船へと連続展開が可能になる。

以上で述べたごとく、実際にすでに手を打ったものもあり、また計画中のものもあるが、全面実施の日も遠くない。

3.5 艦装部

艦装部関係では、船殻工事と違って、船主・艦装装置

(主機・補機など)が異なることは、同型船効果をあげる上において大きな影響を受ける。したがって種々条件を異にする最初の数隻に、大きな期待をよせることはむずかしいとしても、5隻、6隻と進むにつれて、同型船効果は想像以上に大きな成果をもたらすものと自信をもっている。つまり

(a)承認された図面が早期にそろっており、能率のよい工程と作業の推進を、充分検討し実施することができる。

(b)ブロック艦装・ユニット艦装を混乱なく大幅に導入することが可能である。

(c)複雑な自動化装置に充分習熟することができる。

(d)資材・外注品の購入は、安価でよい品質のものを just in time で入手できる。

(e)生産設計の余力を、精度と研究に投入できる。

(f)改正工事による工程の混乱、工数のロスをなくすことができる。

など今後の工数、材料費の低減・合理化に全力を傾けたい。

II BULFORD 号の建造について

1. 船体部計画および設計

この21万トン型超大型タンカーの連続建造の第1船として BULFORD が建造された。

本船は当社が英国 BLANDFORD SHIPPING 社より受注し、昭和42年10月27日当社第4ドックで起工を行ない、43年3月8日進水、各種テストに好成績を収めて43年6月18日竣工し、現在順調に就航中である。

本船設計の承認および建造中の監督業務はノルウェー国 FRED OLSEN 社によってなされた。

本船は210,000トンタンカーの第1船であるということで、後続船に対する検討も本船で充分検討し尽くすという考えで計画および設計に着手した。

設計を進めるにあたって巨大船運航に対する安全性の確保、自動化、遠隔操作に関する信頼性の確保、各種機器および船体のメンテナンスの容易化、その他合理的な機器の採用、配置による乗員数の節減、当社開発の尖突球型船首による推進性能の向上を主眼とした。

2. 船体部概要

2.1 主要目等

船級 DET NORSKE VERITAS 1A1“F”TANK

SKIP FOR OLJELAST AND MV & KV

適用法規 国際満載吃水線条約 (1966年)

海上人命安全条約 (1960年)

BRITISH BOARD OF TRADE

主要寸法

全長	325.25m
垂線間長	313.00m
幅(型)	48.20m
深(型)	24.40m
設計吃水(型)	16.50m
夏期満載吃水	19.12m

噸数および載貨重量・容積等

総噸数	105,094.79T
純噸数	78,046.92T
載貨重量	210,822Lt
貨物油槽容積	254,154m ³
脚荷水槽容積	36,258m ³
燃料油槽容積	7,393m ³
清水槽容積	722m ³

速力等

試運転最大速力 (16.5m吃水にて)	16.7kn
航海速力 (16.5m吃水にて)	16.0kn

航続距離	19,900 哩
主機	
複気筒二段減速装置付蒸気タービン	1 基
最大出力×回転数	28,000SHP×90rpm
常用出力×回転数	26,000SHP×88rpm
主ボイラー	
2 胴水管式 (DSD型)	2 基
蒸気圧力および温度	61.2kg/cm ² g×513°C
発電機	
主発電機	1,490kVA AC 450V 2 台
補助発電機	500kVA AC 450V 1 台
乗組員	
士官	11名
部員	24名
船主	2名
パイロット	1名
スエズ運河クルー	12名
合計	50名

2.2 船型および一般配置

本船はシェル石油会社の傭船で、ペルシャ湾とヨーロッパ間の原油輸送に従事する。

設計条件としては、比重0.85の原油を油槽容積の98%積み、燃料油も同様で合計210,000Ltの積載状態で吃水62'となる。

貨油、燃料等を満載出航し、揚地入港状態は5日分の燃料その他を残しオープンキールになるよう計画されている。船型は当社開発の尖突球型船首を採用しL/B≒6.5のずんぐり船型である。居住区は船尾部の第2甲板、船尾甲板および船橋と煙突を一本化したタワーブリッジに収めた。また後部甲板に陸上との連絡用ヘリコプターの発着場を設けた。

荷油槽および脚荷水槽の区画はセンタータンク、ウイングタンクの縦3列で、No.5タンクまであり、No.3ウイングタンクは専用バラストタンクとしNo.5両舷のウイングタンク一部はスロップタンクとし17区画とした。

荷油槽の最長は60.96mであり、スワッシュバルクヘッドで流動水の制限を考慮した。

燃料油槽は荷油槽前部とエンジンルームサイドに設けた。なお舵はスピード型を使用した。

2.3 船殻構造

本船は重里軽減と船体縦強度確保のため上甲板、船底板に高張力鋼を使用し、ラウンドガネルを採用した。

全面的に縦肋骨方式とし、大型中心線桁を廃止した。縦通隔壁は船巾をほぼ3等分するように設け、機関室まで延長し、機関室内の構造を強化し耐振対策に寄与せしめた。横隔壁はパーティカルコルゲート式とした。

タワーブリッジの下部は充分補強し振動防止となるよ

う居住区画部材と補強部材との連続性を考慮した。その結果試運転時の振動計測でも良好な成績であった。

2.4 船体艦装

(a) 係船装置

係船機はPUSNES社製のものを使用している。船首楼甲板には揚錨機兼自動係船機2台を設け、投錨時の錨鎖走出長さは船橋で読めるようになっている。

またファーストショアライン用としてラピッドワーピングドラムを装備し、1台は船首楼内に設けてある係船索巻取り繰出用バレルとラピッドワーピングドラムを連動するようになっている。

上甲板上タンクパートには自動係船機3台、船尾上甲板に3台を配置した。

要目はつぎのとおりである。

揚錨機兼自動係船機

汽動閉開型 61/30t×10/30m/min

1-ワイヤドラム, 1-ホーサードラム

2-ワーピングヘッド付 1台

1-ワイヤドラム, 1-ホーサードラム,

1-索巻取りバレル付 ツィンドラム

1-ワーピングヘッド付 1台

自動係船機

汽動閉開型 30t×30m/min

1-ワイヤドラム, 1-ワーピングヘッド付
2台

1-ワイヤドラム, 1-ホーサードラム

1-ワーピングヘッド付 5台

(b) 貨物油およびバラスト管系

槽内およびポンプルーム配管は鑄鉄管を使用し、耐腐蝕性を向上した。本船に装備された貨油ポンプ等の要目は下記のとおりである。

貨物油ポンプ 横型タービン駆動渦巻式
3,500m³/h×125m 4台

残油ポンプ 縦型往復式
350m³/h×130m 3台

残油兼バタワースポンプ 縦型往復式
350m³/h×150m 1台

ストリップングエダクター
300m³/h×20m 3台

バラストポンプ 横型タービン駆動渦巻式
3,500m³/h×40m 1台

バラストエダクター 300m³/h×20m 1台

(i) 貨物油管系

配管は3グループに分け、25%~75%、50%~50%の積分けと2港積み可能な配管とした。

槽内の荷油主管は650mmφ 4本、残油主管は250mmφ 4本で、上甲板は500mmφ 4本および250mmφ 1本となっている。各中心貨物油槽には4個のベルマウス、舷側槽には2個のベルマウス、各槽に残油吸引管を導き、また各グループに隔壁バルブを設け荷役の能率向上を計った。ベント管は独立ベント管としてそれぞれのハッチコーミングに装備しブリーザーバルブを取りつけた。各貨物油ポンプタービンおよびパラストポンプは上甲板上より遠隔操作可能とし、各槽にフロート式液面計を設けパラスト管系を含めて主要バルブは上甲板上より油圧遠隔操作とし労力節減を考慮した。

(h) パラスト管系

船首水槽 No.3 ウイングタンクへのパラスト主管は550mmφ で No.3 ウイングへは450mmφ、船首水槽は400mmφの支管とした。船尾水槽の注排水は機械室内ポンプで行なうよう配管した。

(i) 油槽洗浄装置

パワースヒーターは8台のパワースマシンに湯水供給可能であり、パワースポンプは12台のパワースマシンに冷水供給可能とした。固定式タンク洗浄機の取付が可能なるよう上甲板上パワース主管より支管を配管した。

(c) 居住設備

船主室、部員室を除き1人1室とし、居室の壁天井通路の壁はラミネートプラスチックの化粧張りとし、床はリノタイル仕上げとした。

無線室、船長事務室、機関長事務室、一般事務室は隣接して配置し中央に会議室を設け相互の連絡の向上を計るよう考慮された。また無線室と操船室間に空気式書類伝送装置を設けた。士官食堂、部員食堂、調理室、配膳室、倉庫、冷蔵庫の配置もできるだけ近くにまとめ司厨員の労力軽減を計った。

船内娯楽のため運動室およびプールを設けヘリコプター発着場はテニスコートとして使用できるよう考慮した。

ガス危険区域より居住区通路への出入口はすべて二重扉とし、ガス侵入の防止を計った。

居住区扉部はすべて床面を平滑とし、ワゴンの使用が便利なよう配慮した。機関室への交通の便のためエレベーターを設備し、居住区通路はワゴンの通れる巾を確保し、機関室修理部品の運搬の便を計った。

(d) 消防消火設備

NV "F" と B. BOT の両規則を満足させている。両者の見解に相違があり、両者を満足させることができないもの、あるいは過当なるものは両者の了解を得てでき

ただ合理的な装備を考慮した。

機関室は CO₂ トータルフラッディング方式とし、上甲板はフォームガンによる固定式消火装置およびモビルタイプノズル接続可能とした。

(e) その他

(i) 船体防蝕

船体外板防蝕の目的で、外部電源式電気防蝕を設けた。

(ii) 槽内交通および点検

船体中央部および船首より 1/4 L 附近の横断面上甲板下部、側板内部、船底部、縦通隔壁等の主要部材の損耗腐蝕状況を点検できるよう固定足場を設けた。

3. 機関部概要

3.1 自動化

本船は巨大船であるため、当直員数の削減と労力の軽減をはかるため、高度の自動化を採用した。

(1) コントロール・ステーション

機関室内 UPPER MACHINERY FLAT 中央部にコントロール・ステーションを設け、船首にむかって全長10mのデスク型制御盤を設けた。その制御盤の配置は、操作および監視を容易にするため、左舷側にモーター、発電機など電気関係計器および補機関係、中央部は主タービン関係、右舷側にはボイラー関係の計器および操作盤を配置している。

(2) 主タービン遠隔操作

制御方式は電気方式で、ブリッジおよび機関室コントロール・ステーションより操作でき、回転数の増減の際は、あらかじめ設定されたプログラムにより、自動的に弁開度が制御されるプログラムシステム方式を採用している。

(3) ボイラー自動化

従来慣用されている諸装置（自動燃料制御装置、空気作動式スツブロー、空気作動2エレメント型給水加減器）に加え、過熱温度の自動制御およびバーナーの自動着消火をおこなっている。

(4) その他の自動化

(i) 各熱交換器の自動温度調整

(ii) 主要補機の自動切換、自動発停

(iii) 主要弁類の自動開閉およびコントロール・ステーションからの遠隔切換、開閉

(iv) 補助発電機の自動起動

3.2 機器の信頼性

大型船のため、各機器の信頼性について、特に考慮をほらった。

- (1) 主循環水ポンプ、主潤滑油冷却器などは、50%容量のポンプ、冷却器を2台装備した。
- (2) 補助発電機は、約7~8knで航海できる容量をもっている。
- (3) 低圧蒸気系統には、低圧蒸気発生装置を2台設けることにより、主給水系統の油分の混入の防止を計った。
- (4) PLANTとしては、ガス式空気予熱器、高圧2段給水加熱方式および発電機タービンの抽気駆動方式を採用して、燃料消費率の低減を計っている。

3.3 主要目

- (1) 主機
補汽筒二段装置付船用タービン
(IHI MST-13型) 1基
最大出力 28,000SHP×90rpm
常用出力 26,000SHP×88rpm
蒸気条件 59.8kg/cm²×510°C
(タービン入口)
復水器上部真空(常用出力,海水温度24°C) 722mmHg

- (2) 主ボイラー
佐世保-FM 2胴式 DSD 型船用水管ボイラー 2基
- (3) プロペラ
6翼エアロフォイル一体型 (三菱製) 1基
(予備1基)
- (4) 発電装置
主発電機 蒸気タービン (IHI 製) 駆動
1,490kVA×AC450V 2基
補助発電機 ディーゼル (大発製) 駆動
500kVA×AC450V 1基

4. 電気部概要

4.1 概要

本船の発電機は、1,490kVA、ターボ発電機2台、500kVA ディーゼル発電機1台、計3台装備されており、ターボ発電機1台の容量で、航海時および出入港時の電力を充分供給できる。また500kVA ディーゼル発電機は主発電機ブラックアウト時、low speed sailing できるように計画している。

照明装置は AC220V, 1φ, 60c/s とし、居住区画、機関室とも蛍光灯を使用している。

本船の特色としては、機関室内に機関室集中監視制御

盤を設け、主タービンをはじめ、各重要機器の遠隔操縦および監視を可能にし、これに警報装置として電子ブザーを組み込み、4つの音色に分け、機関室全域で各装置の異常を知ることができるよう適当数のスピーカーが装備されている。

また操舵室兼海図室には、U字型のコンソールを設け、主機の遠隔操縦をはじめ、各種航海計器および各種通信機器を配置し、その配列は操船上最も便なるよう計画され、ワンマン・コントロールを可能にしている。

4.2 電源装置

主発電機	1,490kVA	450V	3φ	60c/s	2台
補助発電機	500kVA	450V	3φ	60c/s	1台
主発電盤	デッドフロント型				1面
変圧器	乾式	45kVA	450/225V	1φ	3台
	乾式	15kVA	450/225V	1φ	3台
蓄電池	NI-CD	DC24V	200AH		2組
充放電盤	デッドフロント型				1面

4.3 動力装置

3相 誘導電動機	E種	1式
----------	----	----

4.4 通信および航海計器

船内通信装置	{ 無電池式電話 コーリングベル ブリッジインターコム	3系統
		1式
		1式
舵角指示器		1式
電気式回転計		1式
ジャイロコンパスおよびオートパイロット		1式
音響測深儀		1式
風向風速計		1式
ウインドワイパー		3個
圧力式測程儀		1式
曳航ログ		1式
電気式火災警報装置		2組
ペリオディカル アラーム システム		1式
アンカー用チェーン カウンター		1式

4.5 無線装置

無線送受信器	1kW	1式
V. H. F. 無線電話装置		1式
デッキ ナビゲーター		1式
レーダー	12吋 および 16吋	2台
方位測定機		1式

新版 コンテナ船

日本造船研究協会編

第1章 コンテナ輸送 (ユニットロードシステムとコンテナ輸送, コンテナ海上輸送の現状と将来, 運航上の諸問題と経済性, わが国のコンテナ輸送の諸問題) 第

2章 ユニットロード船 第3章 コンテナ船の設計 (リフトオン/オフ, ロールオン/オフ, 特殊コンテナ船) 第4章 コンテナ 第5章 陸上施設および荷役

・陸送機器
B5判 304頁 上製本 ケース入り
定価 3,000円 (送料90円)

本邦最大の自動化鉍石運搬船富隆丸について

三井造船株式会社玉野造船所

1. まえがき

本船は船主日本郵船株式会社殿のご注文により第23次計画造船として、当社玉野造船所において昭和42年12月7日起工、昭和43年4月27日進水、同年7月15日予定どおり引渡された。

本船は本邦最大の自動化鉍石運搬船であり、予定就航航路は南米西海岸～日本で、すでに日本～ペルー間の処女航海を予定どおり終了、引き続き第2航以降順調に就航している。

本船は、日本郵船株式会社殿より戦後初めての受注船であったが、船主殿の全面的なご指導とご協力のもとに関係者の努力により鉍石専用船として世界最大級の船として無事完成させることができた。以下本船の概要を述べる。

なお、当社では本船に引き続き大略同一仕様の第2船を当社千葉造船所において建造中である。

2. 船体部

2.1 主要要目等

船級	日本海事協会、NS* (ORE CARRIER) & MNS*
全長	259.00m
長さ(垂線間)	249.00m
幅(型)	39.00m
深さ(型)	19.70m
満載吃水(型)	14.458m
満載排水量	120,784kt
積貨重量	102,805kt
方型肥瘠係数	0.824
総噸数	55,861.73T
純噸数	17,101.40T
鉍石艙	57,704.9m ³
燃料油タンク	4,528.8m ³
ディーゼル油タンク	295.3m ³
潤滑油タンク	117.8m ³
飲料水タンク	292.3m ³
雑用清水タンク	259.9m ³
バラストタンク	91,404.7m ³
主機関	

三井 B&W DE 984VT2BF-180	1基		
連続最大出力	20,700BHP×114rpm		
常用出力	17,600BHP×108rpm		
速力			
試運転最大(排水量 62,470kt)	17.37kn		
満載航海速力(常用出力, 15%マージン)	約14.85kn		
航続距離	約20,600哩		
乗組員等			
甲板部職員	4	甲板部部員	8
機関部職員	4	機関部部員	7
事務部職員	3	事務部部員	5
職員合計	11	部員合計	20
旅客	2	部員予備	1
最大搭載人員	34名		

2.2 船体一般

本船の主要要目は、鉍石運搬船として予定されている航路、積地および揚地の諸条件に適合する秀れた運航能力を目標として決定された。すなわち船型は肥大船型とし、大型球状船首を採用して速力の向上をはかり、主要構造の合理的な配置により船殻重量を極小とした。

一般配置図に示すように全通甲板一層、船首楼付平甲板型船で船尾部に機関室および居住区を配置する。本船の上甲板下の船体は縦通隔壁、部分甲板等により船首槽(バラスト)、鉍石艙(4区画)およびウイングタンク(バラスト、各舷5タンク)、鉍石艙下2重底タンク(バラスト)、機関室、燃料油タンク(深油槽)、雑用清水タンク、飲料水タンク、非常用消火ポンプ区画、操舵機室、船尾槽(バラスト)に分割される。

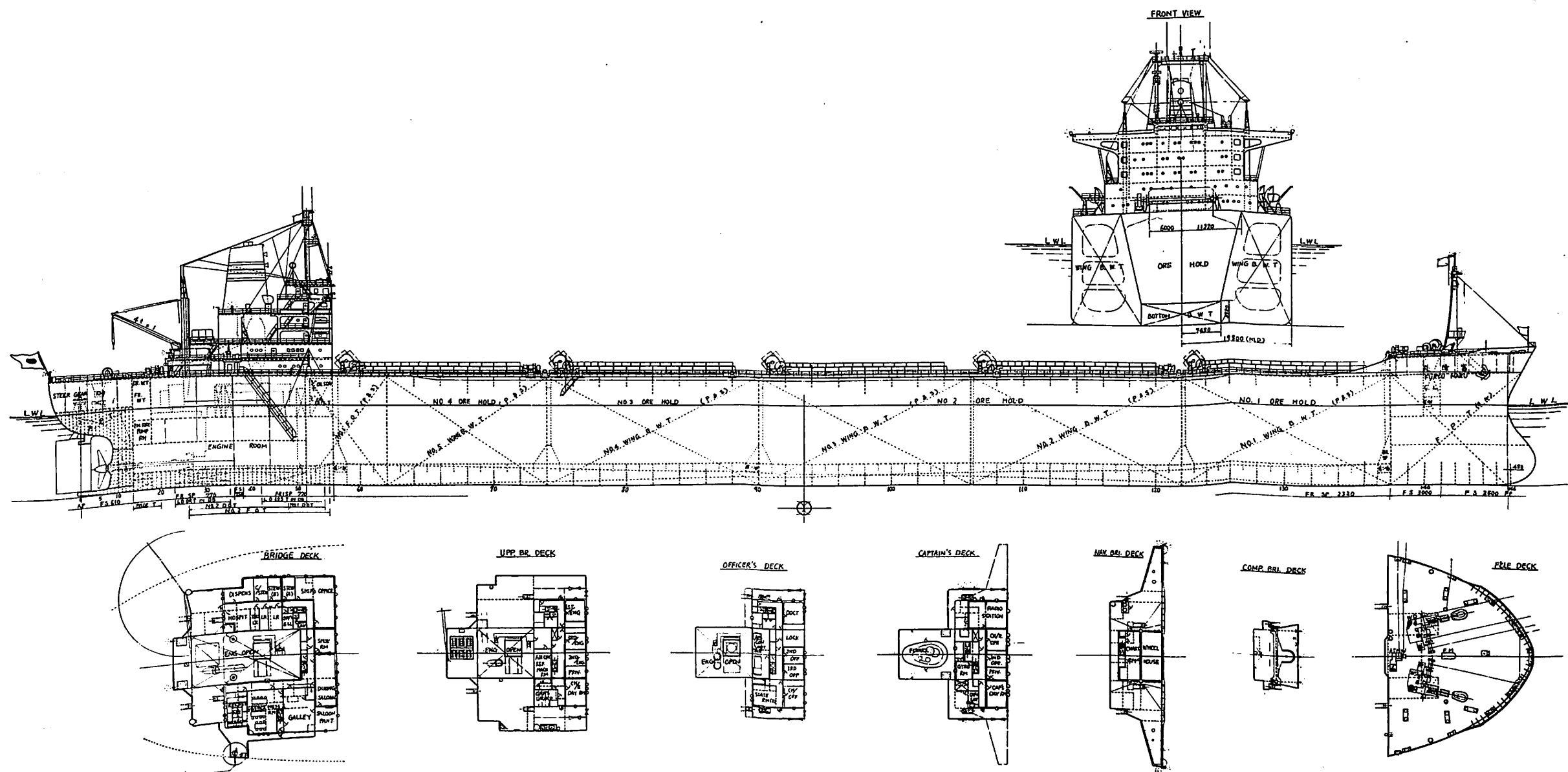
ホールド数は積荷、揚荷作業の効率向上を考慮して1艙とし、異種鉍石のコンタミネーションを防止するため非水密横仕切壁により4区画としている。

また、ウイングタンク内の横置水密隔壁および鉍石艙内の非水密横仕切壁は堅波の波型隔壁として船体重量の軽減、工数の節減をはかるとともに、上甲板中央部には50kg/mm²の高張力鋼を使用して船体重量の軽減をはかっている。

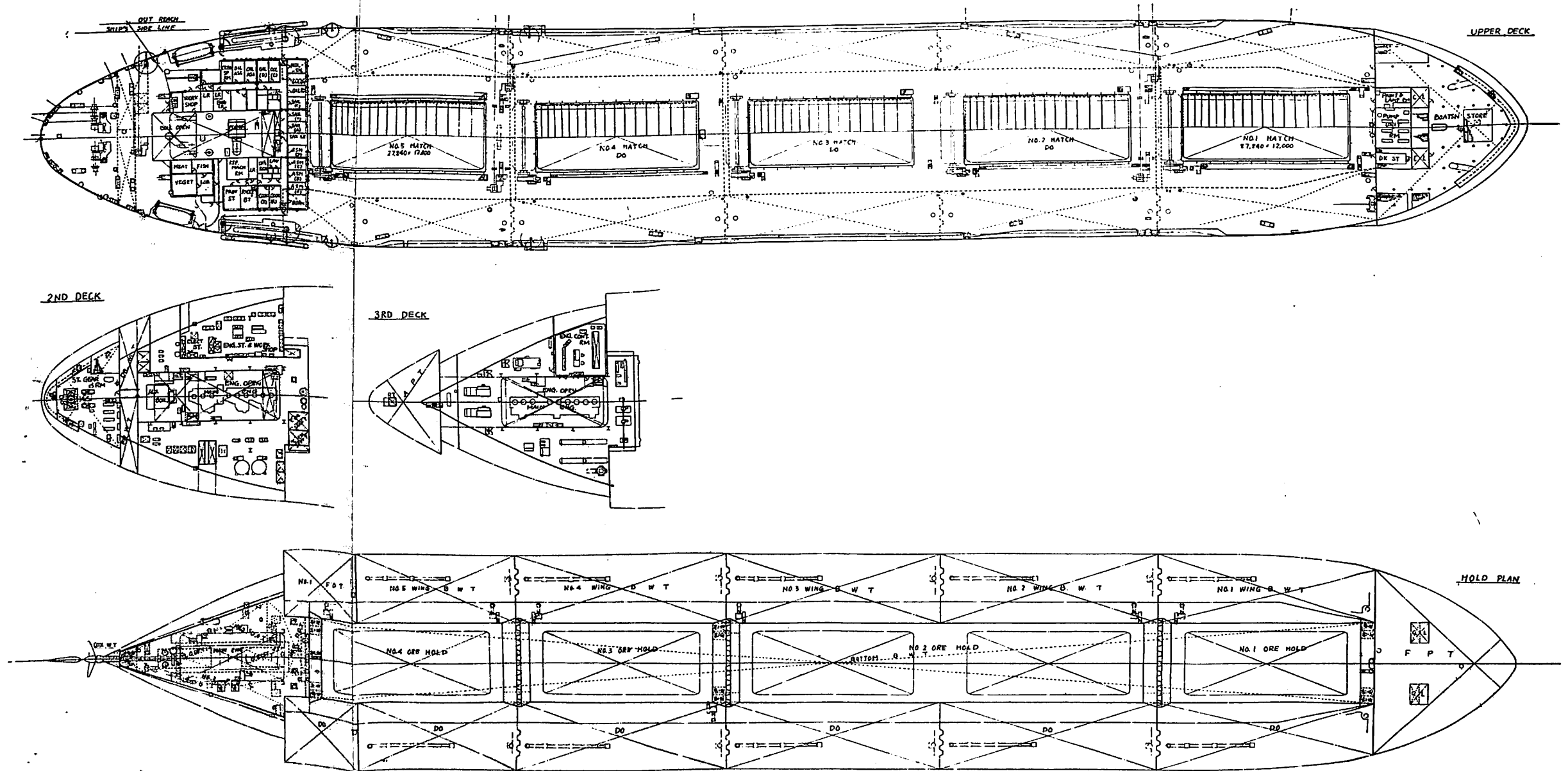
2.3 船体艙装

2.3.1 艙口蓋および荷役設備

艙口は荷役能力の向上をはかってそれぞれ長さ27.840

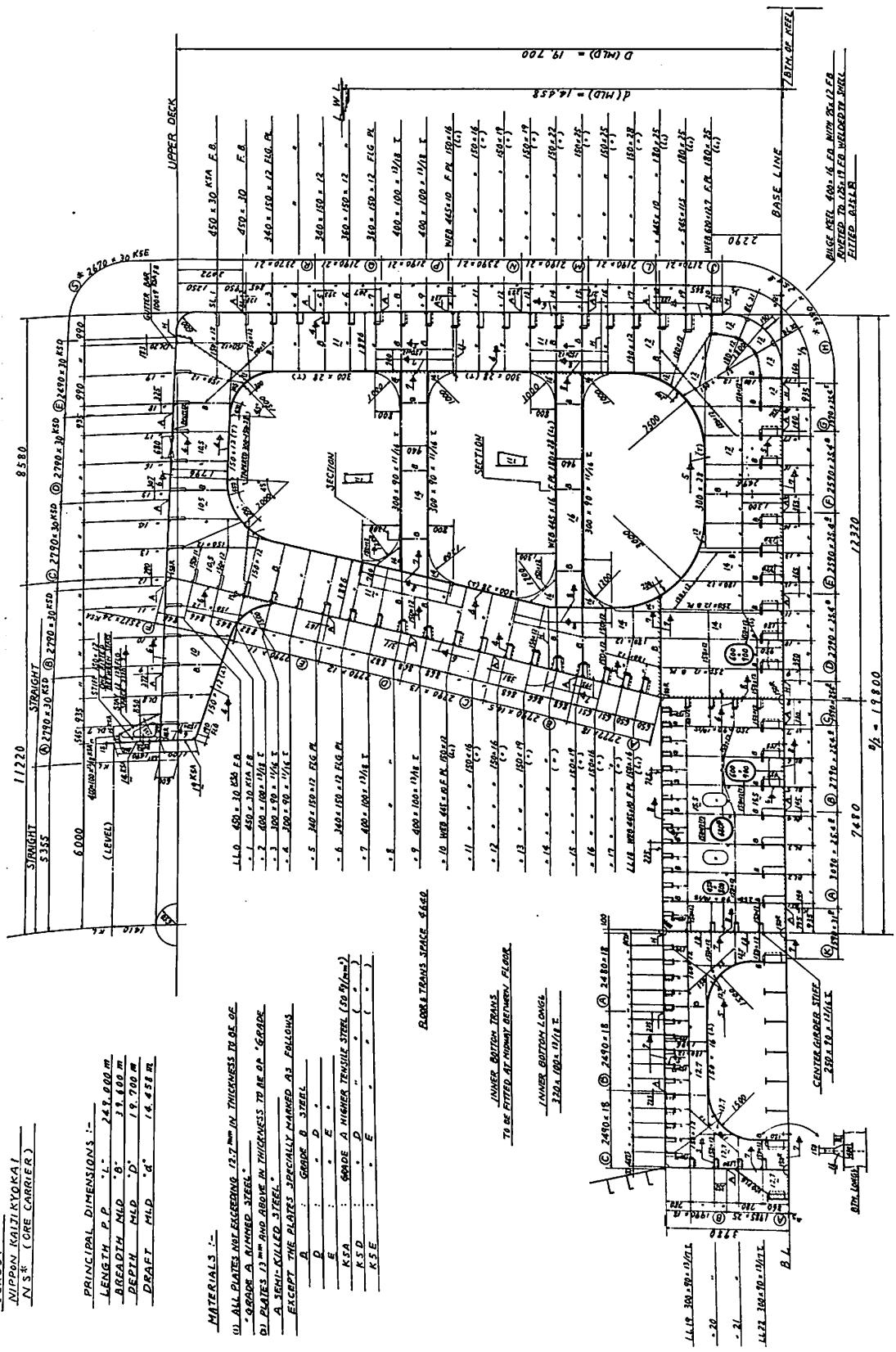


富隆丸 一般配置図(1)



富隆丸 一般配置図(2)

中央断面図



CLASS 1 -
NIPPON KAIJIKYOKAI
(N.S. (CRE CARRIER))

PRINCIPAL DIMENSIONS :-
LENGTH P.P. 247,000 mm
BREADTH MLD "B" 33,600 mm
DEPTH MLD "D" 19,700 mm
DRAFT MLD "d" 16,458 mm

MATERIALS :-
1. ALL PLATES NOT EXCEEDING 12.7 mm IN THICKNESS TO BE OF
GRADE A RIPPED STEEL.
2. PLATES 13 mm AND ABOVE IN THICKNESS TO BE OF 'GRADE
A' RIPPED STEEL.
EXCEPT THE PLATES SPECIALLY MARKED AS FOLLOWS
A : GRADE A STEEL
B : GRADE B STEEL
C : GRADE C STEEL
D : GRADE D STEEL
E : GRADE E STEEL
K.S.A : GRADE A HIGHER TENSILE STEEL (EP 1/16")
K.S.D : GRADE D STEEL
K.S.E : GRADE E STEEL

ROB & TRANS. SPACE 5450

LOWER BATHING TRAILS
TO BE FITTED BETWEEN FLOOR

INNER BOTTOM LONGIT.
320 x 100 x 11/16 E

CENTER GIRDER STIFF.
200 x 100 x 11/16 E

m, 幅12.000mと長大化し, 一般配置図にみられるごとく5個配置する。艀口蓋は専用の電動油圧駆動開閉機を有するエルマン式鋼製艀口蓋を採用して艀口蓋開閉作業の迅速化および簡易化を計り, 甲板部乗組員の労力を節減している。なお, 第1艀口蓋の前半部は15mの水頭, 後半部は11mの水頭に塑性的に耐える強度を有するよう設計されている。

荷役設備については, 本船は鉍石専用船であり, 積地, 揚地ともに陸上施設が完備しているため, 本船には装備していない。

2. 3. 2 係船装置

積地, 揚地の港湾事情を充分考慮して甲板機械の項に述べる電動油圧式係船機(オートテンション機構付)8台および揚錨機兼係船機(オートテンション機構付)2台を一般配置図に示すごとく配置し, さらにホーサー直巻式サイドドラムを揚錨機兼係船機および船尾部の係船機に計4個設けて係船作業の簡易化をはかり, 甲板部部員の労力を大巾に節減している。

2. 3. 3 甲板機械

(1) 揚錨機兼係船機(オートテンション機構付)

電動油圧式分離型	2台
ジブシーホイール	38t×9m/min×1
ワイヤドラム	15t×17m/min×1
ホーサードラム	15t×17m/min×1
ワーピングヘッド	10t×15m/min×1

製造所 株式会社福島製作所

(2) 係船機(オートテンション機構付)

(a) 電動油圧式	6台
ワイヤドラム	10t×18m/min×1
ワーピングヘッド	7.5t×15m/min×1

製造所 福島製作所

(b) 電動油圧式

ワイヤドラム	15t×17m/min×1
ホーサードラム	15t×17m/min×1
ワーピングヘッド	10t×15m/min×1

(3) 艀口蓋開閉機

電動油圧式	
29.3t-m×1.8rpm	1台
21.4t-m×1.8rpm	4台

製造所 福島製作所

(4) 甲板機械用油圧ポンプ

AC 440V, 60kW×1,750rpm	2台
AC 440V, 55kW×1,750rpm	7台
AC 440V, 30kW×1,725rpm	1台

製造所 福島製作所

(5) 操舵機

電動油圧式ロータリーベーン型	
三井-AEG RDC1000/200 II	1台
最大トルク	200t-m
常用トルク	96t-m

電動機

AC 440V, 75kW×600rpm	2台
----------------------	----

油圧ポンプ

VSG-24型	2台
吐出量	810ℓ/min
最大圧力	80kg/cm ²

(6) 冷暖房用機器

ファンユニット

三井-GW メディアムプレスポリウムトル式	2台
-----------------------	----

ターボファン 10,000m³/h×250mmAq

電動機 AC 440V, 15kW×1,750rpm

(7) 冷凍機

三井-エッシャーウイスロタスココンプレッサー	
RL-80型	1台

冷凍能力 113,500kcal/h (40°C/15°C)

電動機 AC 440V, 26kW×900rpm

(8) 食糧庫用冷凍機

三井-エッシャーウイスロタスココンプレッサー	
NRL-5型	2台

冷凍能力 4,600kcal/h (40°C/-24°C)

電動機 AC 440V, 5.5kW×1,720rpm

(9) 食糧および機関部予備品積込用タビット

エアモーター駆動式ジブクレーン	2組
能力	1,200kg×15m/min
エアモーター	9.2kg-m×600rpm

2. 3. 4 バラスト管装置

専用バラストタンク(船尾槽を除く)に対するバラストの注排水は機関室内に設けられた2台のバラストポンプにより行ない, 残水は消防兼ストリップングポンプにて行なう。

(1) バラストポンプ

電動立型自吸渦巻式	2台
容量	1,700m ³ /h×T. 25m
電動機	AC 440V, 175kW×1,175rpm

(2) 消防兼ストリップングポンプ

蒸気駆動立型複筒式	1台
容量	100/200m ³ /h×d. 7/3 atg

バラスト主管はリングメイン方式とし, 主管, 支管の径およびポンプ要目については積地の荷役装備, 港湾事

情を考慮して決定されている。

また、各タンクのベルマウスは特殊型とし、ストリッピング管は廃止している。

2. 3. 5 居住区設備

居住区画は船尾部機関室上方に設けられ、特に防振対策に留意して計画し、居住性の向上をはかっている。

居室は客室を除きすべて個室とし、総合事務室を設けて船内業務と私生活を分離するとともに、公室としては士官喫煙室、ダイニングサロン、部員食堂、娯楽室（和室）を設けて船内生活の充実を配慮している。また航海関係諸室、および厨房を含み、公室、居住区室に対してエア・コンディショニングを施している。

司厨部関係については、セルフサービスシステムの採用、厨房機器の電化、配置の合理化により司厨部員の労力軽減をはかっている。

3. 機関部

3. 1 機関部一般

本船は主機械として三井 B&W 984 V T 2 B F-180型ディーゼル機関1基を搭載し、機関室内中段左舷側に独立した機関部制御室を設け、防音、防熱などを特に考慮した構造とし、冷暖房装置を設けている。

この制御室から、主機械の遠隔操縦および発電装置、機関部主要補機の遠隔監視を行なう。

発電装置としてターボ発電機1基、ディーゼル発電機2基を装備し、通常航海時の所要電力はターボ発電機1基により賄なわれ、その蒸気は排気エコノマイザーから供給されるが、蒸気圧低下とか発電機タービントリップの場合にはディーゼル発電機械が自動起動する。荷役時或は出入港時はディーゼル発電機2基によって賄なわれ、ターボ発電機は補助ボイラーを作用することによってその予備としている。補助ボイラーは上記のごとく荷役中或は出入港時にターボ発電機を運転し、なおその他の必要蒸気を供給するに十分な容量の乾燃室丸ボイラー1基を搭載し、自動給水装置および自動燃焼装置を設け、全自動とした。

3. 2 機関部自動化の概要

本船の自動制御および遠隔制御の概要はつぎのとおりである。

(1) 主機関係

- (a) 遠隔操縦、制御室からの機械リンク式
- (b) 潤滑油主機入口温度の自動制御
- (c) 冷却清水主機出口温度の自動制御
- (d) A-C重油の遠隔切換
- (e) 起動空気塞止弁の遠隔操作（電動弁）

- (f) シリンダー注油の自動補給
 - (g) 差油系統への自動注油
 - (h) 潤滑油過給機入口温度の自動制御
 - (i) 燃料弁冷却油弁入口温度の自動制御
 - (j) 燃料油主機入口温度の自動制御
 - (k) 回転装置の遠隔操作
- (1) 機関保護装置

- (l) 潤滑油（システム油、カム軸油）圧力低下による自動停止
- (m) 過給機潤滑油重力タンク油面低下による自動停止
- (n) 過速度による自動停止
- (o) 非常停止押ボタン
- (p) エンジンテレグラフ（誤方向）および回転装置（嵌）に対するインターロック

(2) ディーゼル発電機関係

- (a) 遠隔発停
- (b) 自動起動
 - (l) 母線無電圧
 - (m) タービン入口蒸気調整弁が全開（5秒以上持続）
 - (n) 主機回転数が設定回転数まで低下したとき
 - (o) 蒸気圧力が設定圧力以下になったとき

- (c) 潤滑油入口温度の自動制御
- (d) 冷却清水入口温度の自動制御
- (e) 差油系統への自動注油
- (f) 機関保護装置

- (l) 潤滑油圧力低下による自動停止
- (m) 過速度による自動停止

(3) ターボ発電機関係

- (a) 遠隔非常停止押ボタン
- (b) 潤滑油入口温度の自動制御
- (c) グランド蒸気圧力の自動調節
- (d) タービン保護装置
 - (l) 潤滑油圧力低下による自動停止
 - (m) 過速度による自動停止
 - (n) 排圧上昇による自動停止
- (e) 補助潤滑油ポンプの自動起動

(4) 圧縮空気系統

- (a) 主空気圧縮機の自動発停および遠隔発停
- (b) 補助空気圧縮機の自動発停および遠隔発停

(5) 燃料油移送および清浄系統

- (a) C重油澄タンクおよびC重油常用タンクの温度制御
- (b) C重油移送ポンプの自動発停（C重油澄タンクの高油面による）

(c) A重油移送兼燃料油供給ポンプの自動停止(A重油澄タンクの高油面による)	補助空気圧縮機	100m ³ /h×25kg/cm ²	1台
(d) C重油常用タンクの液面制御	非常用空気圧縮機	手動式	1台
(e) 自動スラッジ排出型清浄装置(Ⅲ-A方式)	主空気だめ	19m ³ ×25kg/cm ²	2台
(f) 燃料油清浄機加熱器出口の油温度制御	補助空気だめ	0.1m ³ ×25kg/cm ²	1台
(6) 潤滑油清浄関係	主冷却清水ポンプ	550m ³ /h×20m	1台
(a) 潤滑油清浄機油加熱器出口の油温度制御	主冷却海水ポンプ	550m ³ /h×20m	1台
(7) ボイラー関係	予備冷却水ポンプ	550m ³ /h×20m	1台
(a) 補助ボイラー自動燃焼制御	補助復水器循環ポンプ	500m ³ /h×9m	1台
(b) 補助ボイラーの給水制御	補助冷却清水ポンプ	60m ³ /h×18m	1台
(c) 補助ボイラー入口燃料油温度の自動制御	主潤滑油ポンプ	480m ³ /h×3atg	2台
(d) 排気エコノマイザー発生蒸気の圧力制御	カム軸潤滑油ポンプ	5m ³ /h×2.5atg	1台
(e) 空気エゼクター復水器冷却水出口温度の自動制御	過給機潤滑油ポンプ	6m ³ /h×2atg	2台
(f) 検油ドレンタンクの自動液面制御	潤滑油移送ポンプ	2m ³ /h×3atg	1台
(8) ビルジ, 雑用清海水系統	こし器潤滑油ポンプ	0.1m ³ /h×3atg	1台
(a) 造水装置の高塩分制御	船尾管軸受潤滑油ポンプ	0.5m ³ /h×3atg	1台
(b) ビルジポンプの自動停止(ビルジタンク低レベル)	船尾管シーリング潤滑油ポンプ	0.3m ³ /h×0.5atg	1台
(c) 清水ポンプおよび飲料水ポンプの自動発停	燃料油供給ポンプ	7.5m ³ /h×4.5atg	1台
3.3 機関部主要目	燃料弁冷却油ポンプ	7.5m ³ /h×4.5atg	1台
(1) 主機械	A重油移送兼燃料油供給ポンプ	7.5m ³ /h×4.5atg	1台
三井B&W984VT2BF-180型ディーゼル機関	C重油移送ポンプ	50m ³ /h×3atg	1台
連続最大出力×回転数	バラストポンプ	1,700m ³ /h×25m	2台
常用出力×回転数	消防兼雑用ポンプ	100/200m ³ /h×70/35m	1台
(2) プロペラ	消防兼ストリップングポンプ	100/200m ³ /h×7/3atg	1台
5翼一体型 Ni-Al-Br 製	1基		
直径×ピッチ	6,700mm×4,681mm		
(3) ディーゼル発電機	ビルジポンプ	20m ³ /h×2atg	1台
(a) 原動機 三井B&W526MTBH40型	2基		
出力×回転数	825PS×600rpm		
(b) 発電機 交流自励式防滴型	清水ポンプ	4m ³ /h×50m	2台
出力×電圧	560kW×450V		
(4) ターボ発電機	飲料水ポンプ	4m ³ /h×50m	1台
(a) 原動機 三井E/WエリコンRA300型	1基		
蒸気圧力×回転数	6kg/cm ² ×11,333rpm		
(b) 発電機 交流自励式防滴型	海水サーブスポンプ	90m ³ /h×40m	1台
出力×電圧	670kW×450V		
(5) 補助ボイラー	給水ポンプ	9m ³ /h×17atg	2台
船用乾燃室丸ボイラー, 自動燃焼制御装置付	1台		
6,000kg/h×12kg/cm ² ×飽和	復水ポンプ	8m ³ /h×20m	2台
(6) 排気エコノマイザー	曲管式, 強制循環式	1基	
5,600kg/h×8.5kg/cm ² ×飽和			
(7) 排気過熱器	曲管式	1基	
主機常用出力時	3,700kg/h×6.5kg/cm ² ×260°C		
(8) 補機関係	(9) 熱交換器		
主空気圧縮機	300m ³ /h×25kg/cm ²	2台	
	清水冷却器	250m ²	1台
	潤滑油冷却器	250m ²	2台
	燃料弁油冷却器	8m ²	1台

過給機潤滑油冷却器	6m ²	1台
船尾管軸受潤滑油冷却器	1m ²	1台
船尾管シーリング潤滑油冷却器	1m ²	1台
主機燃料油加熱器	UV-125-350	1台
ボイラー燃料油加熱器	BV-90-65	1台
燃料油清浄機油加熱器	BV-150-140	1台
潤滑油清浄機油加熱器	BV-90-125	2台
補助復水器	120m ²	1台
ドレン冷却器	1m ²	1台
空気エゼクター	700mmHg	1台
造水装置	21ton/day	1台

機は機関部3-2を参照

- (b) 順次始動電動機(0秒始動;10台, 遅延タイム付始動;18台)
- (c) 非常遠隔停止(送風機関係, 燃料油関係, 甲板機械用油圧ポンプ用電動機, オバーボード・ディスチャージポンプ用電動機)

(8) 通信機器

- (a) 自動交換電話機
- (b) エンジンテレグラフ用自動記録装置
- (c) 電気時計

4.3 電気部要目

(1) 発電機

- (a) ディーゼル発電機;700kVA, 600rpm, 自励式, AVR付, 450V, 3相, 60Hz, 2台
- (b) ターボ発電機;837.5kVA, 1,800rpm, 自励式, AVR付, 450V, 3相, 60Hz, 1台

(2) 変圧器;35kVA×3, 15kVA×1

(3) 蓋電池;24V, 200AH×4 鉛蓄電池

(4) 配電方式;動力;440V, 電灯, 通信;100V, 24V

(5) 配電盤;防滴, デッドフロント, 床置自立型, 自動同期投入装置および自動負荷分担装置付, 負荷選択遮断装置付, 機関部制御室に装備

(6) 始動器;用途別および配置場所等を考慮の上適当に集合制御盤を作り機関室に装備

(7) 電灯

- (a) 蛍光灯;各居室, 公室, 内部通路, 厨房, ジャイロ室, 機関室, 機関部制御室
- (b) 白熱灯;操舵室, 浴室, 便所, 外部通路, ロッカー, 倉庫等
- (c) 非常灯;DC24V白熱灯
- (d) 防爆灯;電池室, ペイントルーム
- (e) 投光灯および荷役灯

水銀灯;400W×3 機関室上部

700W投光灯×4 前部マスト, 羅針甲板

700W荷役灯×3 前部マスト, 羅針甲板

400W荷役灯×4 前部マスト, 航海船橋

白熱灯;1,000W荷役灯×2 航海船橋

移動灯;白熱灯300W×16 各艙ごとに4個

ファンネルライト;水銀灯400W×2

(f) 手提灯;40W白熱灯×26(含24V用×1)

(g) その他;移動型300W舷門灯×1, 100W船名灯×4 移動式500W水銀探照灯×1

(8) 航海灯;マストライト×2, 舷灯×2, 船尾灯×1

(9) 信号灯;碇泊灯×2, 紅灯×2, モーモル信号灯×1 携帯式昼間信号灯×1, 暗車注意灯×1

4. 電気部

4.1 電気部一般

本船の発電設備はターボ発電機1基, ディーゼル発電機2基を装備し, 通常航海時はターボ発電機1基, 荷役時あるいは出入港時はディーゼル発電機2基によって給電する。

配電方式は動力にAC440V, 3相, 60Hz, 電灯, 通信にAC100V, 単相, 60Hz, 非常灯, 非常通信にDC24Vとしている。

電線はJIS規格品ブチルゴム絶縁ビニールシース網代鍍装線, ゴム絶縁ビニールシース網代鍍装線, ゴム絶縁鉛被線またはゴム絶縁鉛被網代鍍装線を主として使用し, 暴露部に長く曝される電線は上記電線の上をビニールシースしている。

電線の布設には金属製ハンガーを使用するものを原則とし, 船体構造物との間に適当な空間をとり塗装に容易なようにしている。

電気機器は航海計器類を含めすべて国産品にて, できる限りJIS規格品を使用している。電気機器の要目は下記に示すとおりである。

4.2 電気部自動化の概要

電気部の自動化は船体部, 機関部の自動化に付随して行なわれるので, 船体部, 機関部と重複記載されることもあるが, 電気部としての自動制御, 遠隔制御の概要はつぎのとおりである。

(1) 発電機および配電盤

- (a) 発電機用原動機の自動化は機関部3-2の(2), (3)を参照のこと。
- (b) 自動同期投入装置
- (c) 自動負荷分担装置
- (d) 負荷選択遮断装置

(2) 電動機

- (a) 自動発停, 自動始動, 自動停止, 遠隔発停の電動

(10) 船内通信

- (a) 共電式電話；3組（直通式1組，3点相互式1組，7点相互式1組）
- (b) 自動交換式電話；30回線式（20回線共同加入）
- (c) インターホン；直通式1組
- (d) 拡声指令装置；10W増巾器×3，5W増巾器×1，10Wスピーカー×4，5Wスピーカー×1，マイクロホン×4，マイクロホン差込×7，スピーカー差込×4
- (e) 呼鈴；食糧庫用×1，機関部員呼出用×1
- (f) エンジンテレグラフ；ロガー付1式
- (g) 非常用エンジンテレグラフ；1式
- (h) 舵角指示器；(1:2)×1
- (i) 主機回転計；(1:2)×1
積算回転計；(1:1)×1
- (j) 過給機回転計；(1:1)×3
- (k) 流量積算計；1式
- (l) 検塩計；1式
- (m) 温度計；5組
- (n) エンジニア・アラーム；圧力×20，温度×38，液面×17，流量×1，電動機×53，主機，発電機およびボイラー関係×25，その他×4
- (o) オフィサーズ・アラーム；操舵機用1式
- (p) ゼネラル・アラーム；ベル×11，サイレン×1
- (q) 主機回転機嵌脱表示灯；1式
- (r) 電気時計；27個

- (a) ジャイロコンパス；北辰電機C-1A型×1
- (b) オートパイロット；北辰電機PT5-2型×1
- (c) 動圧式測程儀；北辰電機製×1
- (d) 音響測深儀；海上電機製×1
- (e) 風向，風速計；布谷舶用計器製×1
- (f) エアータيفون；伊吹工業製×1
- (g) レーダー；安立電波AR40-B-81×1，AR40-B-51×1
- (h) ロラン；安立電波製×1

(11) 無線装置

- (a) 主送信機；七洋電機NET-1000FK×2
(1kW中短波送信機)
- (b) 補助送信機；七洋電機NET-75J₂C×1
(75W補助送信機)
- (c) 主受信機；七洋電機NER-5051W×1，NER-3064W×1
- (d) 非常用受信機；七洋電機NER-5051W×1
- (e) 緊急自動受信機；協立電波KAL-30A×1
- (f) 緊急自動電鍵装置；七洋電機AN-7A×1
- (g) 救命艇用無線機；安立電気S-59A×1
- (h) 主送信機用FRP；七洋電機製×2
- (i) 無線方位測定機；大洋無線TD-A201a×1
- (j) VHF国際無線電話機；安立電気S-85B×1
- (k) ファクシミル；七洋電機NEF-8303h×1
- (l) 船内放送指令装置；七洋電機NEA-6158F
- (m) ラジオ受信用空中線；七洋電機製1式

(11) 航海計器

〔改新版〕船舶の電気防食

船舶技術研究所機関性能部長 工学博士 瀬尾正雄著

A5判 上製 146頁 定価400円(〒70円)

建艦秘話

元海軍技術中将 庭田尚三述

本誌に去る39年2月から連載してきた“建艦秘話”を一冊にまとめ、装填して刊行しました。

本書は著者が術技者としての長年の貴重な体験，経験をさまざまところなく述べられたものです。

B5判 144頁 上製 定価500円(送料80円)

〔増補版〕商船基本設計の一考察

前長崎造船大学学長

渡瀬正啓著

B5判 180頁 上製 定価500円(〒90円)

連絡船ドック

古川達郎著

国鉄船舶局勤務の著者が船の科学昭和40年1月号より連載した「連絡船ドック」を一巻にまとめたもので、連絡船についてのあらゆる問題点を詳細に探究したもので、一般の船舶の造修にとっても極めて示唆に富んだ文献であるが、全編を通じてユーモアに満ちた引例や文章で、技術随筆といった趣きがある。雑誌掲載のものを詳細検討，訂正や追加を行ない，附録に資料3編を増補し完全を期している。本書の内容は次のとおりである。

- | | |
|--------------|-------------|
| 第1編 入渠とタンク掃除 | 第7編 救命，消防設備 |
| 第2編 船体構造 | 第8編 通風，採光設備 |
| 第3編 航用設備 | 第9編 居住設備 |
| 第4編 船尾扉と防波板 | 第10編 諸管装置 |
| 第5編 繫船設備 | 第11編 舗装と塗装 |
| 第6編 荷役設備 | 第12編 保証工事 |

B5判 236頁 上製本 定価800円(〒90)

船舶技術協会

昭和43年度新造船建造許可実績

国内船 22隻 527, 117G T

901, 282DW

運輸省船舶局造船課 (昭和43年11月分)

船番	造船所	船主	用途	船級	G. T.	D. W.	航速	主機	機軸	L×B×D×d (m)	竣工予定	許可月日
857	三井・玉野	三光汽船	貨(撤)	NK	11,600	18,970	14.75	三井	D 9,400	146.00×22.80×12.50×9.14	44-7-末	11-5
2111	石播・横浜	ジャパンライン	24次油	〃	117,500	208,500	16.2	石播	T36,000	309.00×50.00×27.00×19.00	44-7-中	〃
869	鋼管・鶴見	昭和海運	24貨	〃	43,900	77,150	14.0	浦賀	D15,000	236.00×36.60×17.80×12.52	44-4-下	〃
870	〃	〃	24貨撤	〃	34,100	57,500	15.0	〃	〃	216.40×31.70×17.80×11.85	44-5-下	〃
467	来島宇和島	鶴亀海運	貨	〃	2,999	5,450	12.0	赤阪	D 3,000	92.00×16.00×7.90×6.40	44-6-中	〃
4245	日立・因島	大阪商船三井船	24次貨	〃	63,300	109,000	15.0	日立	D23,200	250.00×40.20×21.40×15.25	44-6-末	11-8
991	三菱・神戸	〃	24貨	〃	7,100	11,450	17.6	三菱	S D 9,600	142.50×22.00×12.80×8.50	44-5-末	〃
107	東北造船	中島共同汽船	貨	〃	2,990	4,800	13.0	伊藤	D 3,400	80.00×15.20×7.70×6.30	44-3-中	〃
21	新浪速船渠	日之出汽船	油	〃	2,600	4,200	12.0	阪神	D 2,800	86.00×13.20×7.00×6.15	44-5-下	〃
209	常石造船	大阪旭海運	貨	〃	3,999	6,400	13.0	三菱	UD D4,200	101.42×16.40×8.25×6.725	44-3-下	11-9
485	来島どつく	東慶海運	貨	〃	4,240	6,700	12.5	神発	D 3,800	103.51×16.80×8.30×6.75	44-7-中	11-13
380	名村造船	日本郵船	24貨自撤	〃	12,100	18,300	14.5	三菱	S D 8,200	143.00×22.70×13.20×9.70	44-5-末	〃
194	今治造船	藤沢海運	貨	〃	2,990	5,500	12.5	神発	D 3,800	94.00×15.70×8.00×6.65	44-3-上	〃
480	来島どつく	玉生汽船	貨	〃	10,000	16,400	14.25	川崎	D 7,500	136.06×21.80×12.00×8.89	44-8-中	〃
1668	三菱・長崎	山下新日本汽船	24次油	〃	98,500	179,600	15.7	三菱	T30,000	285.00×48.20×25.00×18.00	44-8-末	11-20
2123	石播・相生	太洋海運	24貨穀	〃	32,000	48,362	14.5	石播	S D12,800	197.00×32.20×17.80×11.30	44-5-下	〃
525	幸陽船渠	幸照海運	貨	〃	2,999	5,350	12.0	日発	D 3,500	93.00×15.70×7.90×6.60	44-2-下	〃
998	三菱・神戸	大阪商船三井船	24貨撤	〃	37,300	61,400	15.5	三菱	D18,400	225.00×32.20×18.20×12.70	44-6-末	11-22
992	〃	〃	24貨定	〃	7,100	11,450	17.6	三菱	S D 9,600	142.50×22.00×12.80×8.50	44-7-下	11-27
279	佐野安船渠	大阪商船三井船	24貨ニル	〃	12,200	20,800	13.8	浦賀	D 8,400	147.00×22.80×12.60×9.15	44-5-末	〃
4255	日立・向島	大阪汽船	24貨定	〃	8,800	12,000	15.3	日立	D 7,200	130.22×20.80×12.50×9.16	44-6-下	〃
4256	〃	大川崎汽船	24貨定	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	44-8-下	〃

輸出船 33隻 680, 108G T 1, 157, 130DW (船主名・国籍は下記番号と対照のこと)

210	尾道造船	琉球海運(琉球)	貨客(撤)	NK	3,500	1,700	18.5	日立	D 6,150	101.50×15.20×8.70×5.50	44-7-中	11-1
2033	石播名古屋	1	貨	〃	25,160	41,950	14.35	石播	S D11,200	184.00×29.40×16.20×11.35	44-5-中	11-4
206	佐佐保重工	2	油	AB	112,000	175,000	15.8	石播	T 30,000	313.00×48.20×25.50×16.50	46-9-下	11-9
534	来島どつく	3	貨	CR	3,999	6,300	13.2	三菱	UD D3,500	101.00×16.40×8.20×6.70	44-11-末	〃
4228	日立・堺	4	油	AB	108,500	214,000	15.0	川崎	T 30,000	307.00×48.20×25.00×19.35	46-8-下	11-11
290	大阪造船	5	貨	LR	12,500	18,000	14.75	三菱	S D 8,400	146.00×22.80×12.50×8.90	45-1-下	11-13
291	〃	6	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	45-3-下	〃	
292	〃	7	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	45-6-下	〃	
707	林兼・長崎	8	貨	NK	3,990	6,200	13.0	神発	D 3,800	101.00×16.40×8.25×6.70	44-9-下	〃
708	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	44-11-下	〃	
709	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	45-1-下	〃	
237	福島造船	有村産業(琉球)	〃	NK	580	1,150	12.0	日発	D 1,500	49.50×9.30×4.60×4.35	44-1-末	〃
1011	三菱・神戸	9	〃	AB	11,300	12,200	19.75	三菱	MAN D13,800	150.00×23.00×12.90×9.426	44-11-末	11-14
1012	〃	〃	〃	CR	〃	〃	〃	〃	〃	〃	45-9-末	〃
1013	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	45-12-中	〃
2138	石播名古屋	10	油	LR	17,700	23,000	15.75	石播	S D11,200	162.00×26.00×14.95×9.42	46-3-下	11-20
2139	〃	11	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	46-6-下	〃
1673	三菱・長崎	12	〃	BV	113,000	224,700	15.4	三菱	T 32,000	310.00×48.71×25.70×19.812	46-12-末	〃
447	函館・函館	13	貨	AB	1,900	3,100	8.5	ダイハツ	D500×2	62.80×15.30×6.60×4.80	44-3-末	11-25
448	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	44-7-上	〃	
449	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	44-9-中	〃	
450	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	44-10-下	〃	
451	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	
452	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	
453	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	44-11-下	〃
454	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	
317	橋本造船	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	44-11-中	〃
318	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	44-12-上	〃
925	浦賀重工	14	油	〃	69,300	120,000	16.0	浦賀	D29,000	254.00×42.00×22.40×15.765	46-10-下	11-26
2149	石播・東京	15	貨	〃	9,600	14,800	13.6	石播	P D 5,130	134.112×19.812×12.344×9.034	45-11-上	〃
2150	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	45-12-下	〃
4263	日立・因島	16	貨	〃	84,100	149,830	15.0	日立	D25,000	288.00×44.20×23.00×17.00	45-12-下	11-28
215	常石造船	17	貨	CR	2,999	5,100	12.8	三菱	UD D3,500	94.10×15.00×7.70×6.40	44-6-中	〃

〔船主〕 1. Glory Shipping Co., S.A.(パナマ) 2. Mobil Tankers Co.,(Liberia) Ltd.(リベリア) 3. 正豊海運股份有限公司(中華民国) 4. United Carriers, Inc.(リベリア) 5. Santa Maria Trading Co., Inc.(パナマ) 6. Compania de Navegacion la Gloria S.A.(パナマ) 7. "Cofima" Compania Commercial Financiera y Naviera S.A.(パナマ) 8. Tsen-Hsing Navigation Corp., Ltd.(中華民国) 9. China Merchant Steam Navigation Co., Ltd.(中華民国) 10. Estrella Naciente Navegacion S.A.(パナマ) 11. Estrella Tropica Navegacion S.A.(パナマ) 12. United Overseas Corp.(リベリア) 13. International Financial Investors Corp.(リベリア) 14. Alcino Societa di Navigazione Marittima (スイス) 15. Ankan Shipping Co., (Private) Ltd.(シンガポール) 16. Metis Shipping Co., S.A.(パナマ) 17. 明台輪船股份有限公司(中国)

〔製品紹介〕

スカベンジングダクト 火災警報装置[®](1)
 FIRE DETECTOR FOR SCAVENGE DUCT[®]
 理化電機工業株式会社

本装置はノルウェー船級協会の“船舶自動化と機器に関する勧告”(2)文中で特に機関部のE0級に規定されている安全運転のための自動化監視機器である。

- (註) (1) [®]は商標登録
 (2) DET NORSKE VERITAS RECOMMENDATIONS CONCERNING INSTRUMENTATION AND AUTOMATION SPECIAL REGULATIONS FOR PERIODICALLY UNMANNED ENGINE PLANTS CLASS E0 MOTOR SHIP

理化電機工業株式会社製スカベンジングダクト火災警報装置は、当社が米国フェーンオール社の日本総代理店である日本フェーンオール株式会社との固い締結のもとに、米国フェーンオール社製のセンシングエレメントを輸入し、特に船舶用として開発した国内唯一の製造・販売権を有するものである。

1. 概要

理化電機スカベンジングダクト火災警報装置は、船用ディーゼル機関の各スカベンジング・ダクト（掃気室）内の異常火災過熱温度の発生を常時監視する機関安全運転のための警報装置である。

本装置は温度探知用として特殊なセンシングエレメントを各スカベンジング・ダクト内の床または周壁に張りめぐらし、ダクト外壁に外部接続用の2個の接続箱を設け、ここから警報装置箱間を船用電線で接続している。

スカベンジング・ダクト内で異常火災が起きたとき、このセンシングエレメントのどの部分においても受感部として作動するため（無数の受感部が連続配置されている状態と同じ働きをする）規定過熱温度に達したときは直ちにエレメントは動作し、警報装置に信号を伝達する。警報装置箱表面に取付けてある各ダクト表示の警報灯が点灯し、また外部に接続されたアラームブザーを鳴らし、火災を知らせる。

2. 構造

センシングエレメントは規定過熱温度のみに感応作動する。温度が下がれば復帰し、何回でも使用することができる。このエレメントは外径約2.0mm耐熱ニッケル鋼

管で、その中心にニッケル線を熱感度の非常に鋭敏な共融塩化物を充填して絶縁し、この外シースと中心ニッケル線間に微小電気を与えておく。このエレメントのどの点でも規定過熱温度に達すると、この充填絶縁物があたかも絶縁破壊されたようになり、シース—ニッケル線間が短絡、閉回路となり警報装置へ伝達する。

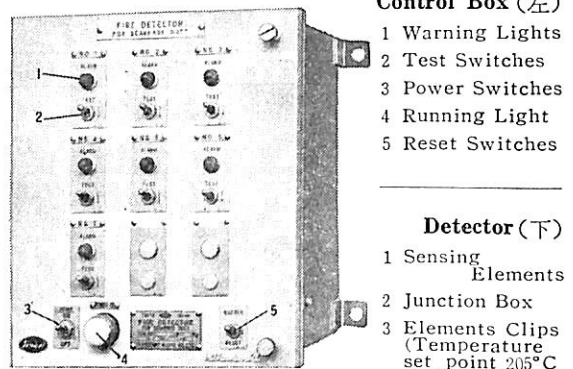
3. センシングエレメントの種類

スカベンジングダクトではいままでの実績から40°F (205°C) 動作設定のエレメントを使用している。この他、用途に応じ動作温度の異なったエレメントが各種ある。

規定 125 155 205 302 407 482 566 635°C
 動作範囲規定の±5%以内

スカベンジングダクト火災警報装置（標準）

計器の型式	OHD-7	OHD-9	OHD-12
測定数	7 cylinder	9 cylinder	12 cylinder
計器の測定点数	7点用	9点用	12点用

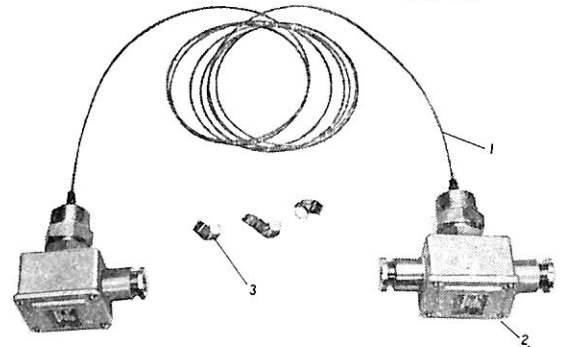


Control Box (左)

- 1 Warning Lights
- 2 Test Switches
- 3 Power Switches
- 4 Running Light
- 5 Reset Switches

Detector (下)

- 1 Sensing Elements
- 2 Junction Box
- 3 Elements Clips (Temperature set point 205°C (400°F))



予約購読案内 書店での入手が困難な場合もありますので、本誌確保御希望の方は直接協会宛お申込み下さい。バックナンバーも備えてあります。 予約金 { 6ヵ月分 1,600円 (送料共) / 1ヵ年分 3,200円 }

運輸省船舶局監修 造船海運総合技術雑誌
 禁転載 第22巻 第1号 (No. 243)
 発行所 船舶技術協会
 〒106 東京都港区西麻布2-22-5
 振替口座 東京 70438
 電話 (400)3994 (409)3080

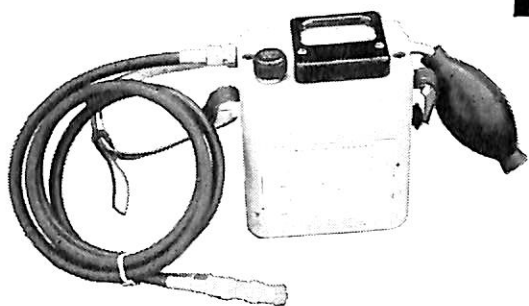
昭和44年1月5日印刷 (昭和23年12月3日)
 昭和44年1月10日発行 (第三種郵便物認可)
 創刊20周年記念号 特別定価500円 (〒30円)
 編集兼発行人 朝永信雄
 印刷人 有限会社 教文堂
 東京都新宿区中里町27



油槽船ケミカルタンカーの安全に

光明可燃性ガス測定器

運輸省船舶技研検定品



光明可燃性ガス警報計

光明可燃性ガス警報装置

北川式迅速ガス検知器

カタログ・文献 謹呈

光明理化学工業株式会社

東京都目黒区中央町1-8-24 TEL (711) 2176 (代)

船舶法 及び関係法令

運輸省船舶局監修 船舶法と
関係法令を収録して正確・最新・便利。 A5/¥450

船舶安全法 及び関係法令

運輸省船舶局検査制度課編
豊富な注釈を付したハンディな法令集。 A5/¥850

船舶設備 関係法令

運輸省船舶局監修 救命、消
防など船舶設備規程に関する
法令網羅。 A5/¥450

あたら
らしい
法令
集

最新情報を適確につたえる

瀬戸内海 の航法図

宮西・堀越共著 A4/¥2500

狭い屈曲した水道が多く、潮流も速く、しかも“動く障害物”すなわち「他船」をかかわさなければならぬ瀬戸内海航路を、いかなる船舶も余裕をもって航行でき、安全に他船をかかわせるようになるガイド・ブック。針路法、障害物、避険線、変針点など航行に必要な航法図と説明文を見開きページに収め、航法上肝心なところには対景図を掲げ、懇切丁寧に説明。

舶用補機 の解説

重川 亘著 B5/¥2800

本書は広範囲にわたる補機の基礎概念を体系的にまとめて記述した補機の百科事典。原理図を豊富に用いて、構造作動、特性原理を平易に解説。

油圧装置 の解説

香良光雄著 A5/¥1200

油圧機器の普及と油圧技術の発達に船舶関係に應用されてきた折をとらえ、油圧の基礎ポンプ、制御弁、駆動装置、保守管理などを平易に解説。

時代
に先
行す
る本

株式会社 成山堂書店

東京都渋谷区富ヶ谷1の13の6 (郵便番号 151)
電話 03(467)7474~8 振替(東京)78174

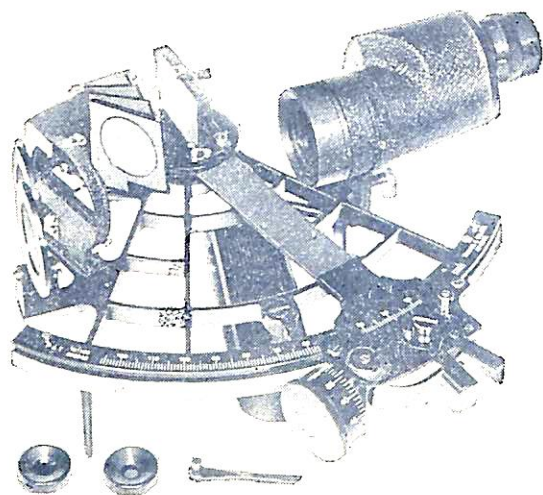
海事図書出版
図書目録進呈

安全なる航海は正確なる器械による

新装六分儀を発売!

永年ご愛顧をいただいております弊社六分儀一、二型を下記のとおり改造発売の運びになりました。ご使用上の便、観測精度の向上に一層の貢献をするものと信じております。

従来の一、二型六分儀から12×指標差測定用望遠鏡を除き7×35、観測用望遠鏡1個を装着分度目盛線を白色、フレームを黒色(ドラムも同様)にした。



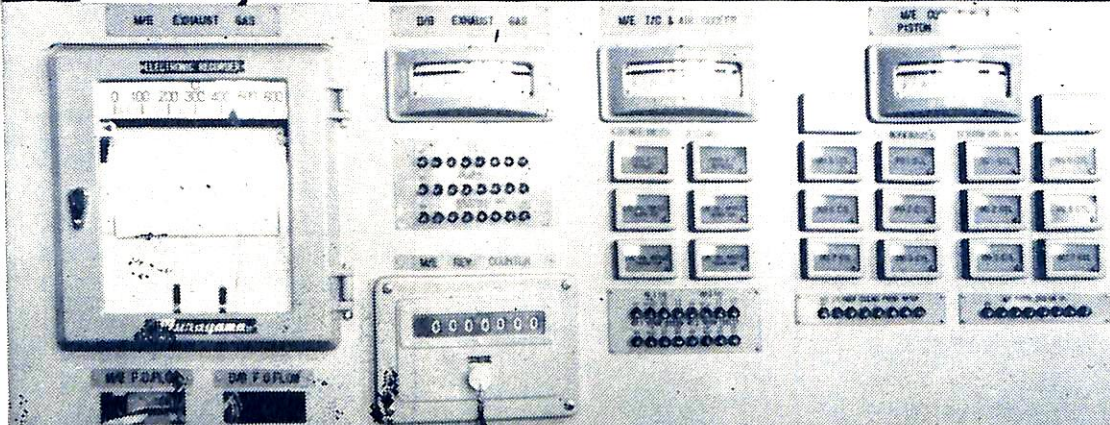
登録 商標

株式会社
玉屋商店

本社 東京都中央区銀座4～4
電話 東京(561)8711(代表)
支店 大阪市南区順慶町4～2
電話 大阪(251)9821(代表)
工場 東京都大田区池上本町226
電話 東京(752)3481(代表)

635 MS 1型

Murayama



熱 電 抵 抗 温 度 計



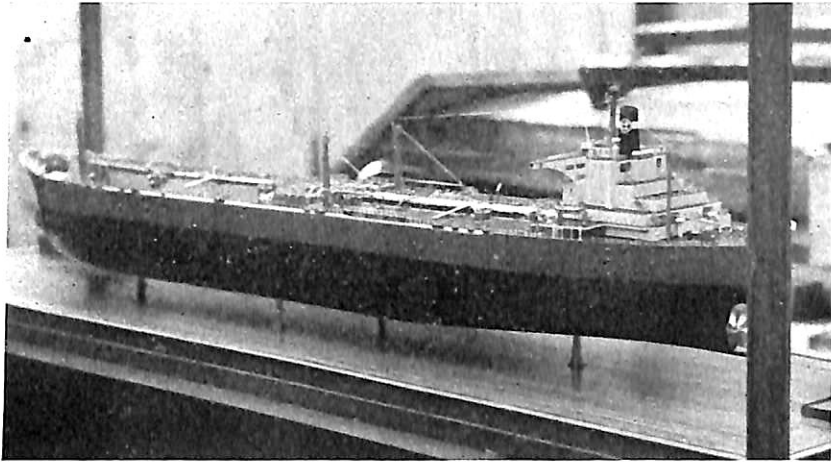
株式会社 村山電機製作所

本社 東京都目黒区五本木2-13-1 TEL (711) 5201(代)
出張所 北九州(小倉)・名古屋・大阪

謹賀
新年

進水記念贈呈用に 不二の船舶美術模型を

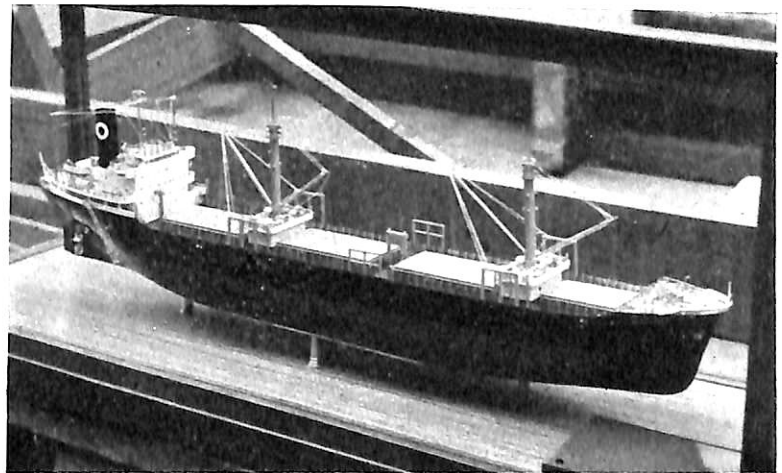
企業合理化による量産体制と製品の均一と価格の低減



大洋商船向け油槽船「昭洋丸」
153,140DWT 佐世保重工業建造
(1/200)

営業種目

船舶美術模型
プラント模型
施設模型
各種機器商品模型
工業機械委託研究



三菱商事向け木材兼撒積貨物船
「すぶるうす」 名村造船所建造
(1/200)

有限会社 不二工業美術模型

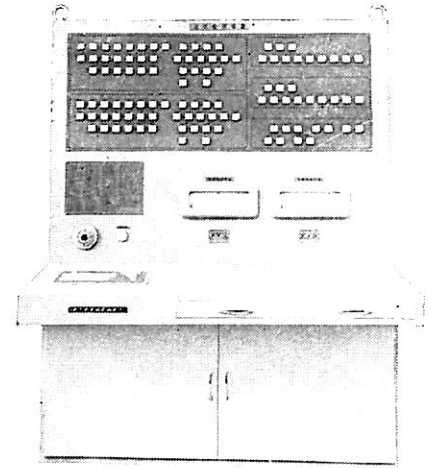
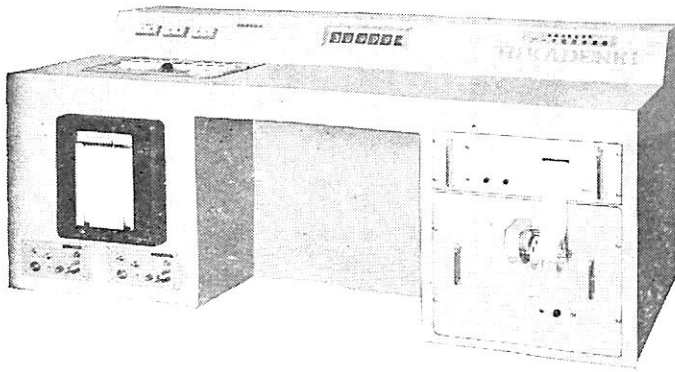
東京都練馬区早宮 2 の 22 TEL. 東京 (933) 6 5 8 8

ZERO SCAN SYSTEM

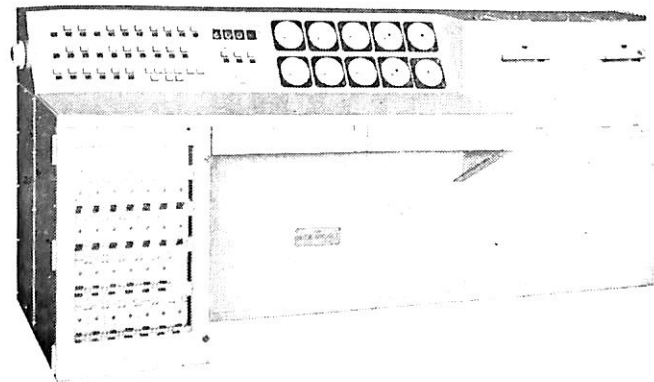
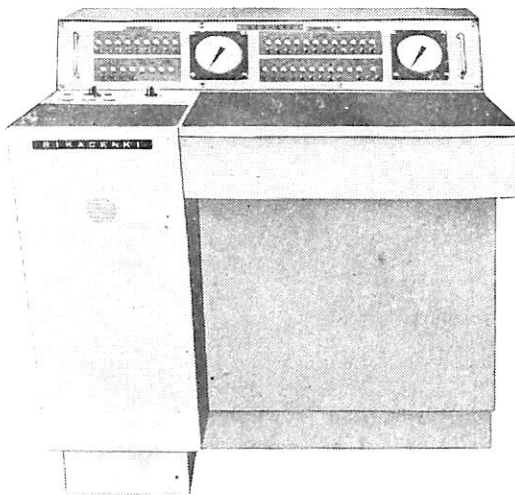
多個所自動監視装置

ZERO SCAN SYSTEM は船舶運行に必要なあらゆるデータ(温度・圧力・液面等)を測定し、監視するための新しいSYSTEMです。

ZERO SCAN SYSTEM 最新のエレクトロニクス技術を駆使し、従来の多個所監視装置の観念を破った全く新しい理想的なSYSTEMです。



ZSA-1110型



ZSA-432型

●ご用命・お問合せは／本社第一営業部または大阪・小倉営業所まで——

●これらの監視盤にはZERO SCAN SYSTEMを用いております。



RIKADENKI KOGYO CO., LTD.

理化電機工業株式会社

本社・工場 東京都目黒区中央町1-9-1 TEL(712)3171大代表 TELEX246-6184 郵便番号15
大阪営業所 大阪市東区本町1丁目18番地(山甚ビル2階) TEL大阪(06)261-7161~2 郵便番号54
小倉営業所 北九州市小倉区京町10-281(五十鈴ビル) TEL(55)0828 郵便番号80

造船世界一をささえる鉄

船舶の大型化は造船界のレベルを示します。世界一を誇る日本の造船に適材、住友の厚鋼板。世界最大級のマンモスマイルから生まれ、4 m巾の巨大作です。厳しい品質管理をへた高精度の製品。世界の主要造船規格を取得し、住友の厚鋼板は、新しい造船に力します。

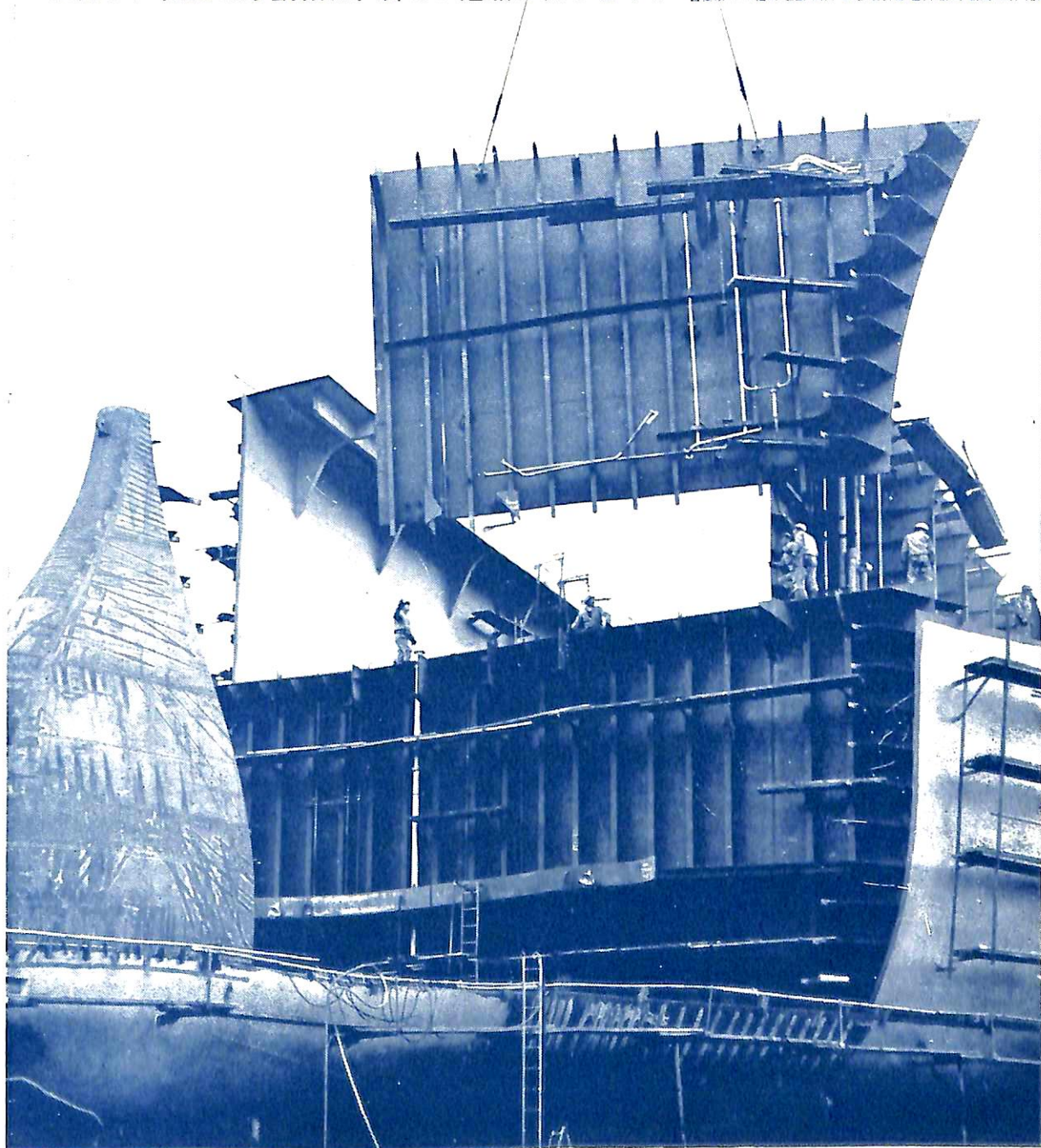
住友の

厚鋼板

住友金属

住友金属工業株式会社

大阪 ― 大阪市東区北浜5の15(新住友ビル) 電(203)2201
東京 ― 東京都千代田区丸の内1の8(新住友ビル) 電(211)0111
営業所 ― 福岡・広島・岡山・鳥取・名古屋・富山・静岡・新潟・仙台・札幌



昭和四十四年一月五日印刷
昭和四十四年一月十日発行
昭和二十三年十二月三日第三種郵便物認可

船の科学

特別定価 五〇〇円

東京都港区西麻布一丁目三番五号
船舶技術協会の
電話東京三〇八九〇番

直接さび(固着錆)の上に塗れば

忽ち浸透

錆の進行を中絶,防錆,そして除錆する

驚くべき効果



Fluid Film

NO SANDBLASTING

NO PRIMERS

complete corrosion control for ballast tanks, cofferdams, fresh water tanks, double bottoms, chain lockers, voids, shaft alleys, wire rope

SAFE

ECONOMICAL

LONG SERVICE LIFE

Sales and Service:

CORROSION CONTROL, INC.

431-0679; 434-1111 ext. 851